नेहरू बाल पुस्तकालय

जग बदलले या शोधांनी

(दुसरा भाग)

मीर नजाबत अली

व्यंग्यचित्रकार

अहमद

अनुवाद

ना. वा. कोगेकर

नॅशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया

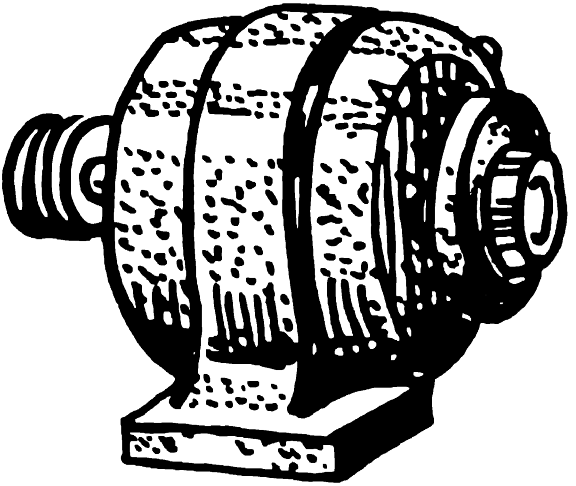
ISBN 81-237-1742-3

पहिली आवृत्ती : 1973 *(शके* 1894)
दुसरी आवृत्ती : 1988 *(शके* 1910)
तिसरी आवृत्ती : 1990 *(शके* 1912)
चौथी आवृत्ती : 1991 *(शके* 1913)
पाचवी आवृत्ती : 1992 *(शके* 1914)
सहावी आवृत्ती : 1996 *(शके* 1918)
सातवी आवृत्ती : 1999 *(शके* 1920)
आठवी आवृत्ती : 2001 *(शके* 1922)
नववी आवृत्ती : 2003 *(शके* 1924)

Inventions that Changed the World–Part-II *(Marathi)*

रु. 12.00

संचालक, नॅशनल बुक ट्रस्ट, इंडिया, ए-5 ग्रीन पार्क
नवी दिल्ली-110 016 यांनी प्रकाशित केले.



डायनामो

स्वस्त आणि विपुल विद्युत्‌शक्ति म्हणजे देशाला लाभलेले वरदानच. विजेमुळे आपल्याला घरात उष्णता-प्रकाश तर मिळतातच पण त्याखेरीज दररोज उपयोगी पडणारी कितीतरी यंत्रेही चालविता येतात. विजेवर चालणाऱ्या इस्त्र्या, टोस्टर, भट्ट्या, पंखे, कूलर्स, निर्वात सफाईयंत्र, धुलाईयंत्र, वस्तरे इत्यादि कितीतरी साधने आपले दररोजचे जीवन सुखकर आणि सोपे करण्यासाठी आपण वापरीत असतो.



ट्राम व आगगाड्या चालविण्यासाठी तसेच कारखाने, कर्मशाला यामधील यंत्राना चालना देण्यासाठी विजेचाच उपयोग करतात. तारायंत्र, दूरध्वनि, रेडिओ व चित्रवाणी या सर्वांसाठी वीज लागतेच. इतक्या नाना प्रकारच्या कामासाठी होणारा विजेचा उपयोग लक्षात घेतल्यानंतर, पूर्वीच्या काळी या विजेशिवाय आपण आपले जीवन कसे बरे कंठीत होतो या गोष्टीचे आश्चर्य वाटल्यावाचून राहात नाही.

तसे पाहिले तर केवळ 150 वर्षापूर्वी लोकांना आपले जीवन विजेच्या मदतीशिवाय जगावे लागत होते. याचा अर्थ असा नव्हे की त्या कालात लोकांना विजेची मुळी माहितीच नव्हती. फक्त त्या कालात, ती निर्माण करणे कठिण व फार खर्चाचे होते इतकेच ! त्या कालात, केवळ प्रयोगासाठी अगदी थोड्याशा प्रमाणावर शास्त्रज्ञ वीज

निर्माण करीत असत. परंतु वीज तयार करण्याचे साधन जे डायनामो किंवा विद्युत् जनित्र याचा शोध लागला. त्यावेळेपासून मात्र ही वीज प्रत्येक माणसाच्या आवाक्यात येऊ शकली.

विजेची माहिती लोकांना फार पूर्वीपासून होती. ख्रिस्ती सनापूर्वी सहाव्या शतकात एका ग्रीक तत्त्वज्ञाने असे दाखवून दिले की तृणमण्याची (अँबर) कांडी घेऊन ती जर जोरजोराने एखाद्या रेशमी कापडावर घासली तर ती कांडी तिच्या जवळपास ठेवलेल्या हलक्याफुलक्या पदार्थांना ताबडतोब आपल्याकडे ओढून घेते. उदाहरणार्थ, कागदाचे लहान लहान कपटे, कापडाचे लहान तुकडे, पिसे इत्यादी सर्व वस्तु घासलेल्या कांडीकडे ओढले जाऊन तिला चिकटून बसतात. हा प्रकार म्हणजे त्या काळच्या लोकांना एक करमणूक वाटली असली पाहिजे. कारण इ. स. 1600 पर्यंत या बाबतीत काही ठळक अशी हालचाल किंवा प्रगति होऊ शकली नाही. विल्यम् गिलबर्ट नावाच्या एक इंग्रज डॉक्टराला विद्युत्शाखेची आवड होती व केवळ एक आवडीचा छंद म्हणून तो तिचा अभ्यास करीत असे. निरनिराळ्या पदार्थावर केलेल्या आपल्या प्रयोगातून 1600 साली गिल्बर्टला असे दिसून आले की गंधक, काच, सील करण्याची लाख इत्यादि पदार्थ देखील रेशमी कापड, फ्लॅनेल् किंवा लोकर यावर घासल्यास तृणमण्याप्रमाणेच आपल्याकडे कागदाचे बारीक बारीक तुकडे ओढून घेतात. ग्रीक भाषेत 'अँबर' या इंग्रजी शब्दाला 'इलेक्ट्रॉन्' असा शब्द आहे. त्यावरून पहिल्यांदा गिलबर्टने 'इलेक्ट्रिक' हा शब्दप्रयोग आपल्या प्रयोगांचे संबंधात करावयास सुरुवात केली. ज्या आधुनिक विद्युत्शास्त्रामुळे अखिल जगाचे रूपच पालटून जाणार होते त्या शास्त्राची सुरुवात गिलबर्टच्या वरील प्रयोगांनी करून दिली असे म्हणावे लागेल.

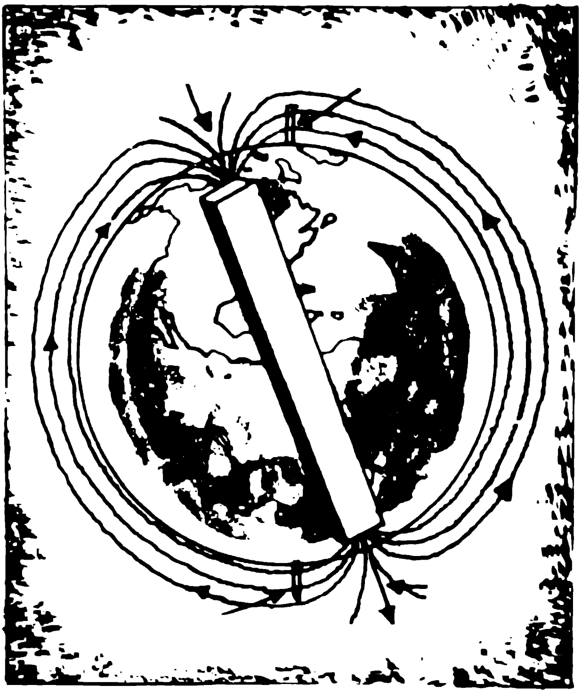
विजेची माहिती होण्यापूर्वी ग्रीक लोकांना एका विशिष्ट प्रकारच्या दगडाचा शोध लागला होता. त्याचे अंगी, लोखंडाचे बारीक बारीक तुकडे स्वतःकडे ओढून घेण्याची विलक्षण शक्ती होती. हा दगड म्हणजे लोखंडाचा एक ऑक्साइड असून तो ग्रीस, उत्तर अमेरिका व स्वीडन या देशात जमिनीखाली सापडतो. प्राचीन ग्रीसमधील मॅग्नेशिया या जिल्ह्यात हे खनिज अगदी प्रथम खूप प्रमाणात सापडल्यामुळे, या खनिजाला, सर्व लोक 'मॅगनेशिया दगड' या नावाने ओळखू लागले. इंग्रजी भाषेतील 'मॅग्नेट' हे नाव त्यावरूनच आले.



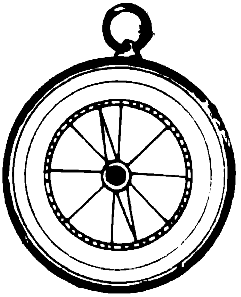
आता तर विजेच्या मदतीने कृत्रिम लोहचुंबक बनविले जातात. कृत्रिम लोहचुंबकाना सामान्यपणे दोन तऱ्हेचे आकार दिले जातात. नेहमी आढळणारा लोहचुंबक म्हणजे जाड पट्टीच्या आकाराचा कांब लोह चुंबक (बार मॅगनेट). लोहचुंबकाला दिला जाणारा दुसरा आकार म्हणजे इंग्रजी U (यू) अक्षरासारखा. त्याला नालाकार लोहचुंबक (हॉर्सशू मॅगनेट) म्हणतात. दोन्ही आकाराच्या लोहचुंबकांचे पुष्कळ उपयोग होत असतात. कांब लोहचुंबकाचा उपयोग सागरातून प्रवास करणाऱ्या खलाशांना, नाविकांना विशेषकरून होतो.

कांब लोहचुंबक घेऊन त्याच्या मध्यभागी दोरा बांधून तो अगदी मोकळा टांगून ठेवला तर तो एका विवक्षित दिशेत स्थिर राहतो. स्थिर राहण्याची त्याची ही दिशा

म्हणजे दक्षिणोत्तर दिशा होय. या लोहचुंबकाचा शोध लागण्यापूर्वी समुद्रप्रवासावर निघालेल्या नाविकांचे हातात आपले जहाज योग्य दिशेने हाकण्यासाठी आवश्यक असणारे खात्रीलायक असे साधन नव्हते. कारण त्या कामासाठी समुद्राकडे नजर टाकावी म्हटले तर तो सर्व बाजूनी सारखाच दिसे. फक्त आकाशातील सूर्य, चंद्र व तारे यांचे निरीक्षण करून त्यावरून आपला प्रवास कोणत्या दिशेने चालू आहे याचा अंदाज करता येई. मात्र ज्या वेळेस आकाश पूर्णपणे ढगाळ असेल त्यावेळेस



लोंबकळत ठेवलेला लोहचुंबक दक्षिणोत्तर स्थिर होतो



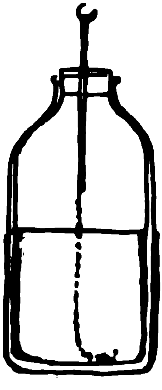
होकायंत्र

कित्येक दिवसपर्यंत सूर्य, चंद्र वा तारे न दिसल्यामुळे सागरप्रवाशांची फारच कुचंबणा होई. कांब लोहचुंबक नेहमीच दक्षिणोत्तर दिशा दर्शवीत असल्यामुळे नाविक लोक त्याचा उपयोग होकायंत्र म्हणून करू लागले व त्याबरोबर कोणत्याही वेळी आपले जहाज कोणत्या दिशेने प्रवास करीत आहे ही गोष्ट त्यांना कळू लागली.

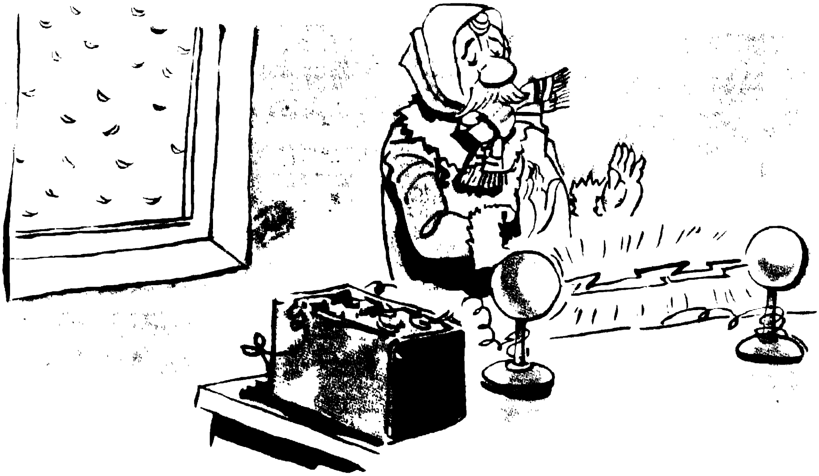
युरोपात सोळाव्या शतकात विज्ञानाचा जन्म झाला असे म्हणता येईल, गिलबर्टने केलेल्या प्रयोगामुळे तेथील वैज्ञानिकांना विद्युत् व चुंबकीय शास्त्रांची अधिक माहिती मिळविण्याची प्रेरणा मिळाली. वीज तयार करणारी व तिचा साठा करणारी उपकरणे तयार करण्यास शास्त्रज्ञांनी सुरवात केली. अशी उपकरणे म्हणजे लेडन्‌बरणी व विम्शर्स्ट यंत्र होय.

दोन पदार्थ एकमेकांवर घासून निर्माण होणारी वीज स्थिर विद्युत् किंवा घर्षणजन्य वीज म्हणून ओळखली जाई. मात्र ही वीज हाताळणे कठिण जात असल्यामुळे तिचा प्रत्यक्ष उपयोग एखाद्या फायदेशीर कामासाठी करणे जमू शकले नाही. शिवाय अशी वीज मोठ्या प्रमाणात साठवितांच साठवणीतील अगदी छोट्याशा फटीतून ती निसटून जाई व तिची ठिणगी पडे. तसेच ही वीज जरी मर्यादित जागेत साठवून ठेवणे शक्य होते तरी ती सतत संथ प्रवाहाप्रमाणे एका जागेतून दुसऱ्या जागी वाहून नेणे शक्य होत नसे.

स्थिर विद्युत्‌वर पूर्वीपासून करण्यात आलेल्या प्रयोगांकडे पाहिल्यास 1752 साली अमेरिकन् संशोधक बेंजामिन् फ्रँकलिन् याने लावलेला खळबळजनक शोध अतिशय महत्त्वाचा ठरतो. त्याने असे दाखवून दिले की आकाशात लकाकणारी वीज व प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या स्थिरविद्युत्‌पासून पडणारी ठिणगी दोन्ही एकाच जातीच्या होत.



लेडन् बरणी



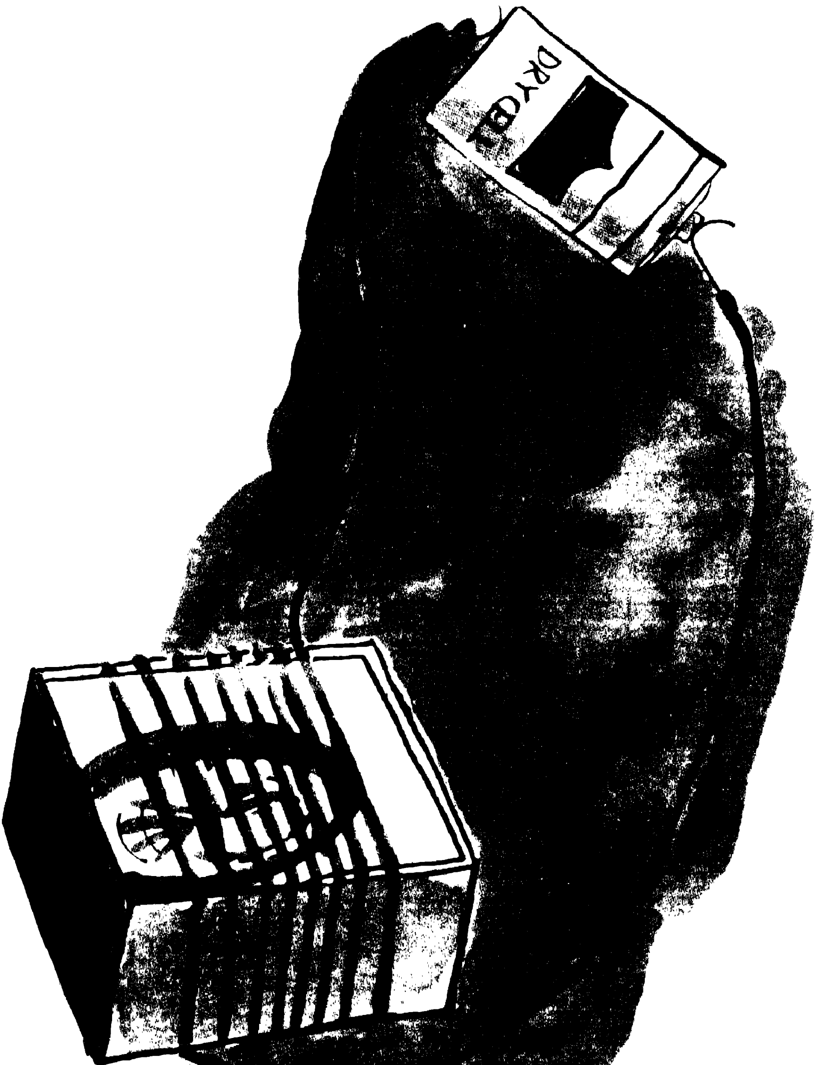
वीजेसंबंधी इतके प्रयोग झाले तरी विजेचा संथ सतत चालू राहणारा प्रवाह कसा मिळवायचा या प्रश्नाचे उत्तर मिळू शकले नाही. हे उत्तर अठराव्या शतकाच्या अखेरीस लागलेल्या डायनामोच्या शोधामुळे मिळू शकले; आणि त्याबरोबर विजेच्या इतिहासात एक नवे पर्व सुरू झाले.

1789 सालातला एक दिवस. या दिवशी इटली देशातील बोलोन विद्यापीठातील शरीरशास्त्राचे एक प्राध्यापक ल्युगी गॅलव्हानी यांनी एका बेडकाचे विच्छेदन करून तो प्रयोगशालेतील टेबलावर टेवला. आपल्या हातातील पोलादी उपकरणाने गॅलव्हानी ज्या ज्या वेळी टेबलावरील बेडकाच्या शरीरातील मज्जातंतूना स्पर्श करीत त्या त्या वेळी बेडूक एकाएकी मोठा झटका देई. अशाच तऱ्हेचा झटका, लोखंडाच्या तारेला तांब्याच्या आकड्याने टांगलेल्या बेडकाच्या अवयवांना दिला जातो असेही गॅलव्हानींना आढळून आले. या चमत्कारिक घटनेवर विचार केल्यानंतर गॅलव्हानींची अशी खात्री पटली की बेडकाच्या अंगात वीज असल्यामुळे, त्याच्या कोणत्याही अवयवातील मज्जा-तंतूना जस्ताची तार टेकविली तर बेडकाचे शरीर झटका देईल. शिवाय जस्ताला टेकलेली एखादी तांब्याची तार घेऊन तिचा स्पर्श बेडकाच्या शरीरातील स्नायूला करताच बेडकाचे शरीर झटके देत असल्याचे गॅलव्हानींच्या नजरेस आले होतेच.

बेडकाच्या अंगातील अशा विजेला पशुविद्युत् किंवा गॅलव्हॅनिझम् या नावाने सर्वजण ओळखू लागले. बेडकाच्या झटक्यासंबंधी गलव्हानीने केलेला खुलासा, इटलीतील पाव्हिआ विद्यापीठातील संशोधन करीत असणाऱ्या अलेक्झांड्रो व्होल्टा नावाच्या प्राध्यापकाना मुळीच पटेना. व्होल्टांचे म्हणणे असे की, बेडकाचे शरिरात वीज असते हे गॅल्व्हानींचे म्हणणे बरोबर नाही, उलट ज्या ज्या वेळेस दोन भिन्न जातीच्या धातुतारा एकमेकांना चिकटतात त्या त्या वेळेस बेडकाच्या शरिरातील ओलसर मांसामुळे विद्युतप्रवाह निर्माण होतो. आपले म्हणणे सिद्ध करण्यासाठी व्होल्टानी जस्त व तांबे या धातूंच्या बऱ्याचशा पातळ तबकड्या घेतल्या व एक तबकडी जस्ताची आणि दुसरी तांब्याची अशी निवड करून त्याने त्यांच्या जोड्या बनविल्या. प्रत्येक जोडीतील दोन तबकड्यामध्ये त्याने मिठाच्या पाण्यात भिजवून काढलेला एक पातळ पुठ्ठा बसविला. अशा तऱ्हेच्या जोड्या एकावर एक रचून त्याने त्यांची एक रास तयार केली. अशा राशीच्या एका टोकाला जस्ताची तबकडी आली व विरुद्ध टोकाला तांब्याची तबकडी आली. सर्वात खालची व सर्वात वरची धातु तबकडी तारेने जोडताच, तारेतून विजेचा प्रवाह सुरू होत असल्याचे व्होल्टाने दाखवून दिले. या उपकरणाला व्होल्टाचा घट किंवा व्होल्टाची रास असे नाव देण्यात आले. अशा तऱ्हेने पहिला विद्युत् घट जन्माला आला. त्यानंतर एकामागून एक, नव्या नव्या सुधारणा केलेले निरनिराळ्या प्रकारचे विद्युत् घट बनविले जाऊ लागले. सध्या देखील ज्या ज्या कामासाठी सौम्य पण संथ वाहणारी वीज आवश्यक असते.—उदाहरणार्थ दूरध्वनीसाठी—तेथे तेथे वरील सारखे विद्युत्घट वापरण्यात येतात. अशा घटाला प्राथमिक घट म्हणतात. याखेरीज दुसऱ्या प्रकारचा घट म्हणजे दुय्यम घट अगर संचायक विजेरी. दुय्यम घटात प्रथम विजेचा साठा करावा लागतो व जरूर पडेल तेव्हा त्यापासून विजेचा संथ प्रवाह मिळू शकतो. असे दुय्यम घट, सामान्यपणे रस्त्यावर धावणाऱ्या मोटरगाड्यात किंवा बसेसमध्ये उपयोगात आणले जातात.

घटामुळे मिळणारा विजेचा प्रवाह बराच कमकुवत आणि महागडा असल्याचे दिसून आले. त्याबरोबर स्वस्त पण हवी तेवढी वीज मिळवून देणाऱ्या एखाद्या उपकरणाचा शोध घेणे अगत्याचे ठरले; आणि त्यासाठी संशोधन सुरू झाले.

हान्स ओरस्टेड नावाच्या डॅनिश वैज्ञानिकाने *1820* साली या शाखेतील या नंतरचा महत्त्वाचा शोध लावला. एक दिवस ओरस्टेड आपल्या वर्गातील विद्यार्थ्यांना



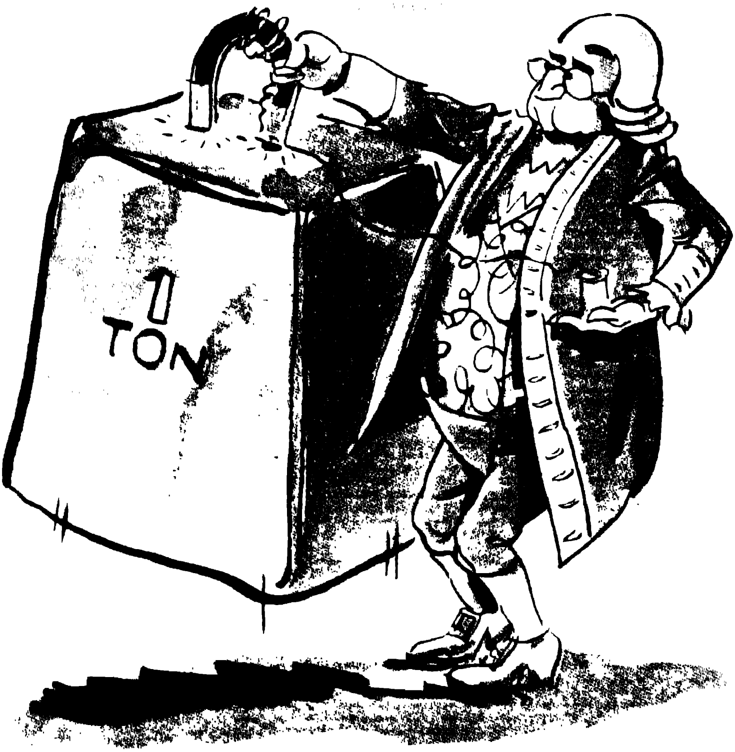
वीज व लोहचुंबकत्व एकमेकांशी संबंधित असल्याचा शोध ओर्स्टेडने लावला

प्रवाही विजेसंबंधीचे काही प्रयोग दाखवीत होता. ज्या टेबलावर हे प्रयोग दाखविण्यात येत होते त्याच टेबलावर अगदी योगायोगाने एक होकायंत्रही पडलेले होते. प्रयोग चालू असता ओरस्टेडचे लक्ष सहजच एका घटनेने वेधून घेतले. होकायंत्रावर धरलेल्या धातुच्या तारेतून ज्या ज्या वेळी विजेचा प्रवाह वाहू लागे त्या त्या वेळी होकायंत्रातील सुई हालू लागे असे ओरस्टेडच्या नजरेस पडले. तारेतून धाडलेल्या विजेची दिशा पहिल्याच्या उलट करताच होकायंत्रातील काटाही पहिल्याच्या विरुद्ध दिशेत हालू लागे. तारेतील वीजप्रवाह बंद पडताच होकायंत्रातील काटाही हालावयाचा थांबे.

वरील प्रकार नजरेस पडताच ओरस्टेड आश्चर्यचकित होऊन गेला. वास्तविक होकायंत्रातील काटा हलविण्याचे काम फक्त लोचुंबकच करू शकतो ही गोष्ट उघड आहे. आपली खात्री होण्यासाठी ओरस्टेडने वर वर्णिलेला प्रयोग पुन्हा पुन्हा करून पाहिला. परंतु दर खेपेला अगदी तोच प्रकार घडत असल्याचे त्याला आढळले. त्याबरोबर त्याची अशी खात्री झाली की वीज वाहून नेणारी तार एखाद्या लोहचुंबकाप्रमाणे वागते. वरील प्रयोगामुळे असेही स्पष्ट होऊ शकले की प्रवाही वीज व चुंबकत्व यामध्ये नक्कीच परस्पर संबंध असला पाहिजे. ओरस्टेडच्या या शोधाने शास्त्रीय जगतात मोठी खळबळ उडून गेली असल्यास नवल नाही.

ओरस्टेडच्या वरील शोधानंतर ज्या अनेक शोधांची मालिका सुरू झाली त्यापैकी एक महत्त्वाचा शोध म्हणजे विद्युत्‌चुंबक. समजा आपण लोखंडाची एक लांब पट्टी घेतली व तिच्या भोवती सर्व लांबीभर एक धातुतार गुंडाळली. नंतर या तारेतून विजेचा प्रवाह सोडला, तर लोखंडाची पट्टी लगेच चुंबक बनल्याचे आढळून येईल. पट्टी जर मृदु लोखंडाची असेल तर तारेतील वीज प्रवाह बंद होताच पट्टीची चुंबकीय शक्ती नाहीशी झाल्याचे आढळेल. अशा प्रकारच्या चुंबकाला विद्युत्‌चुंबक असे म्हणतात. जोसेफ हेन्री नावाच्या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने 1821 साली जो लोहचुंबक बनविला तो एक टन वजनाचे लोखंड उचलू शकत होता. आश्चर्य असे की तो बनविताना हेन्रीने फक्त एका विजेरीचाच उपयोग वीज पुरविण्यासाठी केला होता.

यानंतरचा महत्त्वाचा शोध म्हणजे डायनामो. एका गरीब लोहाराच्या मुलाने हा शोध लावला. या मुलाचे नाव मायकेल फॅरेडे. हा मुलगा आपल्या मोठेपणी एक विख्यात शास्त्रज्ञ म्हणून नावाजला, व इंग्लंडमधील वैज्ञानिकांची नामवंत संस्था जी रॉयल सोसायटी तिचा अध्यक्ष म्हणून निवडला गेला. फॅरेडेचा जीवनवृत्तांत जितका



विस्मयकारक तितकाच स्फूर्तीदायकही आहे. वयाच्या 13 व्या वर्षी, पुस्तके बांधणाऱ्या दुकानदाराकडे तो नोकरीस राहिला. पुस्तके बांधताना त्यावर जी मुखपृष्ठे चिकटवितात त्याविषयी फॅरेडेला मुळीच आकर्षण नव्हते. उलट पुस्तकातील मजकुराबद्दल त्याला विशेष जिज्ञासा असल्यामुळे बांधणीसाठी येणारी सर्व पुस्तके आणि विशेषकरून विज्ञानावरील सर्व पुस्तके—त्याने एखाद्या आधाशासारखी भराभर वाचून काढली.

दुकानचा मालक दयाळू असल्यामुळे त्याने फॅरेडेला हवी तितकी पुस्तके वाचण्याची सवलत दिली. एक दिवस, दुकानच्या एका गिऱ्हाइकाने, त्यावेळेचे एक

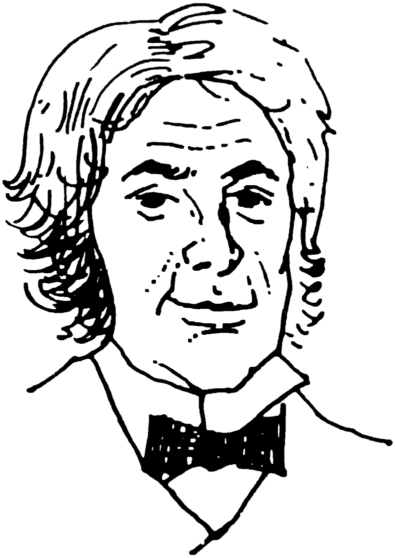
विख्यात शास्त्रज्ञ हम्फ्रे डेव्ही यांची, लंडनच्या रॉयल् सोसायटीपुढे जी व्याख्याने होणार होती त्यांना हजर राहण्याची प्रवेश तिकिटे स्वखुशीने फॅरेडेला दिली. ही व्याख्याने ऐकण्याची फॅरेडेला फार इच्छा होती. त्यामुळे मोठ्या आतुरतेने त्याने डेव्हींची व्याख्याने लक्ष देऊन ऐकली. व त्यांची काळजीपूर्वक बिनचुक टिपणेही लिहून काढली. ही टिपणे त्याने खुद्द डेव्हींकडे पाठवून दिली व त्यासोबत डेव्हींच्या प्रयोगशालेत एखादी नोकरी देण्याबद्दल विनंतीअर्जही जोडून दिला. या अर्जात, अशी नोकरी कोणत्याही स्वरूपाची असली तरी चालेल ही गोष्ट त्याने स्पष्ट केली. फॅरेडेची टिपणे डेव्हीनी वाचली. त्यांना ती आवडली. त्यांना फॅरेडेला भेटीसाठी बोलावले व प्रयोगशालेत काम करण्याची त्याची उत्कट इच्छा ध्यानात घेऊन, आपली प्रयोगशाला व त्यामधील बाटल्या स्वच्छ करण्याचे काम फॅरेडेला देऊ केले. फॅरेडेने हे काम आनंदाने पत्करले.

हे काम करू लागल्यापासून प्रयोगशाळेत केल्या जाणाऱ्या निरनिराळया प्रयोगात उत्सुकतेने लक्ष घालण्यास फॅरेडेने सुरुवात केली. निरनिराळ्या शास्त्रीय शाखांचे ज्ञान मिळवीत असतानाच फॅरेडेने, स्वतः काही प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. हळूहळू अशा प्रयोगात त्याना चांगलेच यश मिळू लागले. त्याबरोबर इतर शास्त्रज्ञांचे लक्ष त्यांच्या प्रयोगांकडे जाऊ लागले. कालांतराने त्यांची गणना प्रमुख शास्त्रज्ञात होऊ लागली. अखेर त्याना रॉयल सोसायटीचे सभासद करून घेण्यात आले.

असे म्हणतात एकदा कुणी तरी हम्फ्रे डेव्हीना असा प्रश्न केला की "तुमच्या आयुष्यात तुम्ही लावलेला सर्वात मोठा शोध कोणता!" त्याबरोबर "फॅरेडे हा माझा सर्वात मोठा शोध होय" असे डेव्हीने उत्तर दिले. किती योग्य उत्तर होते ते!

तारेतून धाडलेल्या विद्युत् प्रवाहामुळे निर्माण होणाऱ्या चुंबकीय क्षेत्राबद्दलच्या ओरस्टेडच्या प्रयोगांचे वृत्त फॅरेडेंच्या कानावर पडले होतेच. त्यावर फॅरेडेनी विचार केला. "तारेतून जाणाऱ्या विजेमुळे जर चुंबकीय क्षेत्र निर्माण होऊ शकते तर मग एखाद्या लोहचुंबकामुळे वीज का म्हणून निर्माण करता येऊ नये!" असा प्रश्न एकसारखा फॅरेडेंच्या डोक्यात घोळू लागला. नुसता वरीलप्रमाणे विचार करूनच फॅरेडे थांबले नाहीत. त्यानी त्या कल्पनेवर आधारित असे प्रयोगही सुरू केले. ज्या तत्त्वावर त्यांचे प्रयोग आधारलेले होते ते तत्त्व समजण्याला सोपे आहे.

असे समजा की पातळ पुठ्ठयाचा एक तुकडा घेऊन, त्याची वळकटीप्रमाणे गुंडाळी करून त्याचे आपण एक नळकांडे बनविले. नंतर एक लांब धातुतार घेऊन ती या नळकांड्याभोवती बाहेरच्या बाजूने, सर्व लांबीभर गुंडाळली. या तारेची टोके विद्युत् प्रवाह मोजणाऱ्या यंत्राला जोडली. त्यानंतर नळकांड्यामध्ये एक छोटासा लोहचुंबक ठेवला. फॅरेडेच्या कल्पनेप्रमाणे, लोहचुंबकामुळे, नळकांड्याभोवती गुंडाळलेल्या



मायकेल फॅरेडे

तारेत वीजेचा प्रवाह सुरू होऊन, विद्युत्मापक यंत्रातील काटा हलावयास पाहिजे होता. परंतु काटा न हलल्यामुळे फॅरेड निराश झाले. तेव्हा एक दिवस तिटकाऱ्यानेच त्यांनी नळकांड्यात ठेवलेला लोहचुंबक, फेकून देण्याच्या हेतूने झटकन् बाहेर ओढला. आणि काय आश्चर्य! विद्युत्मापक यंत्रातील काट्याने एकदम झटका खाल्ला. या घटनेवरून फॅरेडेंना असे दिसले की नळकांड्यातील चुंबक ज्या ज्या वेळी नळकांड्याबाहेर

ओढला जाई अगर बाहेरून नळकांड्यात सरकविला जाई त्या त्या क्षणी तारेच्या वेटोळ्यात विद्युतप्रवाह वाहू लागे. मात्र चुंबक जर नळकांड्यात तसाच स्थिर ठेवला तर नाही. चुंबक, नळकांड्यात जितक्या झटपट मागेपुढे होईल तितकी तारेतून वाहणारी वीज अधिक प्रखर होई. तारेतून वाहणाऱ्या विजेचे प्रमाण तारेच्या वेटोळ्यांच्या संख्येनुसार वाढते असेही फॅरेडेंना आढळले. वरील प्रयोगांवर व निरीक्षणावर आधारित असा पहिला डायनामो, म्हणजे वीज निर्माण करणारे यंत्र फॅरेडेंनी बनविला. मात्र चुंबक मागेपुढे करण्याऐवजी, नालाच्या आकाराचा एक चुंबक स्थिर ठेऊन त्याच्या दोन्ही ध्रुवामध्ये तारेचे एक वेटोळे फिरत ठेवण्याची व्यवस्था फॅरेडेनी केली. हे तारेचे वेटोळे हाताने फिरविण्याऐवजी धबधबा अगर वाहत्या पाण्याच्या स्रोताचे सहाय्याने एक पर्शिअन् चक्र फिरवून, फिरत्या चक्राला तारेचे वेटोळे जोडून दिल्यास, वेटोळे फिरू लागून वीज निर्माण होते. तारेच्या वेटोळ्याला प्रवाहवलय (आर्मेचर) असे म्हणतात. डायनामोमधील प्रवाहवलय फिरविण्यासाटी वाफ, पाण्याची शक्ती किंवा गॅस इंजिन वापरतात. या कामासाठी जर पाण्याची शक्ती मिळू शकली तर त्यामुळे निर्माण होणारी वीज सर्वात स्वस्त पडते. नायगाराच्या प्रचंड धबधब्याच्या शक्तीचा उपयोग डायनामोला जोडलेल्या वीजचक्कीला जोराची गती देण्यासाठी करतात. महाराष्ट्रात खोपोली येथे जो टाटा विद्युत प्रकल्प चालू आहे त्यात पावसाचे पाणी, खूप उंचीवर स्थापन केलेल्या प्रचंड अशा जलसाठ्यात साठवून ठेवण्यात येते. डोंगरमाथ्यावर साठविलेले हे पाणी मोठमोठ्या नळातून खाली खाली उतरावयास लावून त्यामधील शक्तीवर डायनामोतील वीजचक्की फिरविण्यात येते. वरील पद्धतीत वीजचक्कीच्या पात्यांवर जोराने दिल्या जाणाऱ्या पाण्याच्या धडकीमुळे चक्की फिरविण्याचे काम होत असते. विजेरीतून मिळणाऱ्या विजेपेक्षा वर वर्णिलेल्या पद्धतीने निर्माण केली जाणारी वीज खूपच स्वस्त पडते. त्यामुळे विजेरीऐवजी वरील पद्धतीने निर्माण केली जाणारी वीज मोठ्या प्रमाणावर सर्वत्र उपयोगात आणणे शक्य होते.

शक्तिनिर्मितीसाठी, वाफेऐवजी वीज वापरणे अनेक दृष्टीने फायदेशीर ठरते. नुसते बटण दाबले की शक्ती मिळू लागते व बटन बंद केले की शक्तीपुरवठा बंद पडतो. कोळसा अगर तेल जाळून शक्ती निर्माण करताना धूर व विषारी वायु यांचा उद्‌भवणारा धोका विजेच्या बाबतीत नसतो. तसेच वीज झटपट निर्माण करता येते.

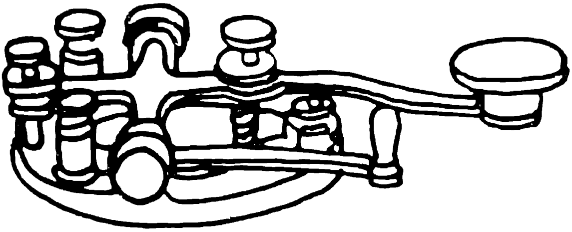
वीज वापरल्यास राख किंवा निखारे खाली उरत नाहीत. तारांमधून खूप दूरवर वीज पाठविणे सोपे असते. अशा तऱ्हेने निर्माण केल्या जाणाऱ्या विजेच्या बाबतीत सुरुवातीचा भांडवली खर्च जरी खूप असला तरी चालू खर्च मात्र बराच कमी असतो. तारेवर विजेची पाठवणी करणे विनासायास होऊ शकते.



डायनामोच्या अगदी उलट स्वरूपाचे यंत्र म्हणजे विद्युत् मोटर. डायनामोमध्ये तारेचे कडे फिरवून वीज निर्माण करतात. उलट विद्युत् मोटरमध्ये तारेच्या कड्यातून वीज पाठवून कड्याला गति मिळवून दिली जाते. पंखे, पंप, ट्रामगाड्या, आगगाड्या आणि इतर अनेक तऱ्हेच्या यंत्रांसाठी विद्युतमोटारीची जरूर असते. डायनामोप्रमाणेच

विद्यूत् मोटरची रचना असते व तिच्यासाठी लागणारे भागही डायनामोसारखेच असतात.

विजेच्या उपयोगामुळे इलेक्ट्रॉनिक्स नावाची विज्ञानाची एक नवीनच शाखा उदयास आली आहे. या नव्या शाखेचे आपल्या जीवनात किती दूरगामी परिणाम होत आहेत याची माहिती आपण या पुस्तकातील पुढील एका प्रकरणी घेणार आहोत.



तारायंत्र

1833 साली, पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धावरील आकाशाचा अभ्यास करण्यासाठी ब्रिटिश ज्योतिर्विद जॉन हर्शेल दक्षिण आफ्रिकेत गेला होता. त्याने स्वतःबरोबर एक अतिशय प्रभावी दुर्बीण व इतर अनेक उपकरणे नेली होती. पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात राहणाऱ्या लोकाना आकाशाचा जो भाग कधीही दिसू शकणार नाही अशा भागाचे आराखडे, नकाशे हर्शेलला तयार करावयाचे होते. हे काम पूर्ण

करण्यासाठी दक्षिण आफ्रिकेच्या टोकावरील केप ऑफ गुड होप या ठिकाणी तीन ते चार वर्षेपर्यंत तळ ठोकून राहण्याचे हर्शेलने ठरविले होते.

न्यूयॉर्क सन् या वर्तमानपत्राचा एक बातमीदार रिचर्ड लॉके याच्या डोक्यात एक मजेशीर कल्पना आली. आकाशाच्या निरीक्षणातून जॉन् हर्शेलला जे जे शोध



लागतील त्या सर्वांच्या वृत्तावर वाचकांचा विश्वास बसण्या सारखा होता. कारण अशा वृत्ताचा खरेखोटेपणा प्रत्यक्ष पडताळून पाहणे वाचकाना शक्यच नव्हते. तसे जर करायचे म्हटले तर एखाद्या मनुष्याला जहाजातून दक्षिण आफ्रिकेत पाठविणे जरूर होते; इतके करूनही त्याविषयी हर्शेलकडून उत्तर येण्यासाठी काही महिन्याचा काल जावा लागला असता ते निराळेच.

अशी सर्व परिस्थिती असल्यामुळे, मध्यंतरीच्या कालात लोकेने जेवढी म्हणून गंमत करता येईल तेवढी करण्याचे ठरविले.

आपल्या पहिल्या लेखात लोकेने अशी बातमी छापली की आकाशनिरीक्षणासाठी हर्शेलने एका नव्याच प्रकारची दुर्बीण बनविलेली आहे. या दुर्बिणीचा प्रत्येक तपशील लोकेने इतक्या विचारपूर्वक वर्णन केलेला होता की त्यामुळे सर्व शास्त्रज्ञांचे लक्षही त्याकडे मोठ्या आतुरतेने वेधले गेले. परंतु गंमतीला खरी सुरुवात यानंतरच झाली. या अजब दुर्बिणीच्या मदतीने चंद्रावरील टेकडया, पर्वत इत्यादींचे निरीक्षण करताच हर्शेलला असे आढळून आले की ते मौल्यवान खडयांचे बनलेले आहेत. अशी सनसनाटी बातमी लोकेने आपल्या लेखात दडपून छापली. तसेच हर्शेलला, चंद्रावर निरनिराळ्या प्रकारचे प्राणीही आढळून आले असून, चंद्रावरील समुद्रकिनाऱ्यावर वाळूत अगदी स्वस्थपणे लोळत पडलेले अवाढव्य व गोल गोटयांच्या आकाराचे राक्षस दिसले आहेत. असेही लोकेने आपल्या लेखात छापून टाकले.

लोकेने आपल्या लेखात वर्णन केलेली वरील माहिती वाचताच सर्व वाचक थरारून गेले इतकेच नव्हे तर त्यांचा या आश्चर्यकारक माहितीवर विश्वासही बसला. बातमी देण्याचे हे काम लोकेने इतक्या बेमालूमपणे केले की त्यामुळे खुद्द शास्त्रज्ञांचीदेखील पुरेपूर फसवणूक झाली. यानंतर काही महिन्यांचा काल असाच लोटला. हळू हळू लोकांना असे कळून आले की लोकेने दिलेली ही माहिती म्हणजे एक बनवाबनवीचा प्रकार होता. एवढी जबरदस्त बनवाबनवी शास्त्राच्या इतिहासात क्वचितच केल्याचे आढळून येईल.

अशा तऱ्हेची धमाल उडवून देण्याची कल्पना आधुनिक कालात कोणत्याही माणसाच्या स्वप्नातही येणार नाही. कारण आता तारायंत्रामुळे सातासमुद्रापलीकडील भूखंडातून अगर पृथ्वीवरील दूरदूरच्या महासागरावरून काही मिनिटांच्या आतच बातम्या मिळविण्याचे काम करणे शक्य झाले आहे.

विद्युत् प्रवाहाच्या साहाय्याने लोहचुंबकाची हालचाल घडवून आणता येते. हा शोध ओर्स्टेडने लावल्या घटकेपासून विजेला निरनिराळ्या कार्यासाठी जुंपण्याच्या खटपटीत संशोधक गुंतले.

1809 मध्ये एका आस्ट्रिअन संशोधकाने त्या दृष्टीने एक प्रयत्न केला. वर्णमालेतील प्रत्येक अक्षराकरता त्याने एक एक स्वतंत्र अशी तार राखून ठेवली. या तारा

त्याने पाण्याने भरलेल्या एका भांड्यात ठेवल्या. यापैकी कोणत्याही एका तारेतून वीज धाडताच त्या तारेच्या बुडाजवळ एक छोटासा बुडबुडा दिसू लागे. या शोधामुळे जरी त्या कालात मोठी खळबळ उडून गेली तरी त्याचा व्यवहारात काही फारसा उपयोग झाला नाही.

त्यानंतर म्हणजे 1825 साली बॅरन् शिलिंग नावाच्या संशोधकाने एक चुंबकीय तारायंत्र बनविले. त्याने एका पुठ्ठ्यावर काळ्या व पांढऱ्या रंगाचे ठिपके काढले. तारेतून वीज धाडताच हेलकावे खाणारी चुंबकीय सुई पुठ्ठ्यावर काढलेल्या ठिपक्यांवरून मागेपुढे करू लागे. सुईच्या हालचालीवर आधारित अशी जी संकेतलिपी शिलिंगने नक्की केली होती त्यानुसार काळा व पांढरा ठिपका मिळून दुसरे अक्षर मानले जाई; उलट काळा-काळा व पांढरा असा मिळून दुसरे अक्षर मानले जाई. अशा तऱ्हेने निरनिराळ्या पद्धतीने ठिपक्यांची जुळणी करून वर्णमालेतील सर्व अक्षरे नक्की केली गेली.

वर वर्णिलेल्या यंत्रव्यवस्थेत थोडासा बदल करण्याचे काम चार्लस् व्हीटस्टोन नावाच्या एका इंग्रज प्राध्यापकाने 1837 मध्ये केले. काटा बसवलेली एक गोल तबकडी घेऊन त्याने तिच्या परिघावर अंक व अक्षरे लिहिली व काट्याचे टोक त्या



अक्षरावरून व अंकावरून हलू शकेल अशी व्यवस्था केली. एका अक्षराकडून दुसऱ्या अक्षराकडे होणाऱ्या काट्याच्या हालचालीवरून पाहणाराला जरूर त्या संदेशाचा बोध होऊ शके. अर्थात हे काम अतिशय सावकाश होई. परंतु रेल्वे-खात्याला ते उपयुक्त वाटल्यामुळे व्हीटस्टोनचे हे उपकरण कित्येक वर्षेपर्यंत वापरण्यात होते. त्यावर त्याला चांगलीच संपत्ती कमावता आली.

तारायंत्राच्या शोधातील अखेरचा पल्ला, आधुनिक तारायंत्राचा खराखुरा जनक जो सॅम्युअल एफ्. बी. मॉर्स त्याने गाठला. अशा तऱ्हेचा शोध मॉर्स लावेल असे कोणाच्याच ध्यानीमनी नव्हते. मॉर्सचा जन्म अमेरिकेत झाला. त्याने शालेय शिक्षणात जरी विज्ञानाचा अभ्यास केला होता तरी व्यवसायाने तो एक कलाकार होता. एक उत्तम चित्रकार म्हणून त्याची ख्याती होती. युरोपातील विख्यात कला-कृती पाहण्यासाठी म्हणून एकदा तो युरोपच्या सफरीवर गेला.

या सफरीहून परत येत असता जहाजावरच त्याच्या कानी तारायंत्राची माहिती पडली. त्याच जहाजावरील एका शास्त्रज्ञ सहप्रवाशाकडून विद्युत्‌शाखेत, त्या काली फ्रान्स देशात चालू असलेल्या संशोधनाची माहिती मॉर्सला ऐकावयास मिळाली, त्या शास्त्रज्ञाने, अमेरिकेत नेत असलेला आपणाजवळील एक विद्युत्‌चुंबक दाखविला. हा विद्युत्‌चुंबक पाहताच मॉर्सच्या डोक्यात विचारचक्र सुरू झाले. एखादया धातु-तारेतून जर हव्या तेवढया अंतरावर वीज जाऊ शकते तर अशा विजेकडून दूरवर संदेश वाहून नेण्याचे काम का म्हणून होऊ नये असा विचार मॉर्सच्या डोक्यात घोळू लागला.

अर्थात हा विचार मोठया गुंतागुंतीचा होता. व्यवसायाने कलाकार असल्यामुळे, चित्रे काढण्याचे काम करणे मॉर्सला भागच होते. आणि ते करीत असता त्याच्या डोक्यात सांगितलेल्या कल्पनेने अगदी ठाण मांडले. न्यूयॉर्क विदयापीटातील त्याचे मित्र डॉ. गेल याना वरील कल्पनेबाबत मॉर्सने दाखविलेला उत्साह व चिकाटी पाहून आनंद झाला व त्यासंबंधात आपल्या महाविदयालयाच्या प्रयोगशालेत जरूर ते प्रयोग करण्यास त्यानी मॉर्सला खूप प्रोत्साहन दिले. याच क्षेत्रात काम केलेल्या जोसेफ हेन्री नावाच्या एका शास्त्रज्ञाविषयी गेल यांना माहिती होती व त्यांचेशी परिचयही

होता. वैज्ञानिक प्रश्न घेऊन येणाऱ्या कोणत्याही इसमाला जोसेफ हेन्री नेहमी मदत करी. त्याप्रमाणे त्याने मॉर्सलाही मदत केली. 1832 साली संदेशवहनाच्या कामासाठी आपण स्वतः टाकलेल्या आपल्या तारायंत्रातील 5 किलोमीटर लांबीची तारही त्याने मॉर्सला दाखविली. या तारेत विद्युत् वाहू लागताच, विद्युत्चुंबक बनणारी लोखंडाची पट्टी झोके घेऊन जवळ बसविलेल्या तासावर आदळे व आवाज काढी. अशा टोल्यांच्या आवाजावर आधारित, संदेश धाडण्याची व ग्रहण करण्याची संकेतलिपी जोसेफ हेन्रीने तयार केली होती.

या युक्तीचा उपयोग आपल्या तारायंत्रात करण्याचे मॉर्सने ठरविले. मात्र तसे करण्यापूर्वी त्याला दोन अडचणी दूर करावयाच्या होत्या. पहिली अडचण अंतराची. जोसेफ हेन्रीचे उपकरण केवळ ५ किलोमीटर अंतरापर्यंतच काम करीत होते. उलट आपल्या तारायंत्राचे साहाय्याने मॉर्सला शेकडो किलोमीटर अंतरावर संदेश पाठवायचे होते. दुसरी अडचण संकेतलिपीची. हेन्रीची संकेतलिपी मॉर्सला पसंत नव्हती. दुसरी एखादी अधिक चांगली संकेतलिपी शोधणे मॉर्सला आवश्यक वाटत होते. पहिला प्रश्न सोडविण्यासाठी मॉर्सला हेन्रीने मदत केली. त्यासाठी संदेश पाठविण्याच्या मार्गावर जागोजाग संक्रमण उपकरणे बसविण्याची युक्ती करण्यात आली. संक्रमण उपकरण म्हणून प्रत्येक विभागाच्या शेवटी बसविलेले तारेचे एक वेटोळे व त्याला जोडलेली विजेरी (बॅटरी). अशा उपकरणामुळे, वाढत्या अंतराबरोबर मंद पुसट होत जाणारे संदेश पुन्हा जोरदार होऊ शकतात.

दुसरी अडचण निवारण्यासाठी मॉर्सने, आजकाल सर्वांच्या परिचयाचे असलेले व सर्वत्र वापरात असणारे 'मॉर्स कोड' तयार केले. हे मॉर्स कोड विशेषकरून सेनादल व नाविकदल यांच्या कामासाठी प्रामुख्याने वापरण्यात येते. ते टिंबे आणि रेषा यांचे बनलेले असून त्यांचा प्रत्येक गट वर्णमालेतील एक एक अक्षर दर्शवितो.

1837 साली मॉर्सने आपल्या शोधाचे पेटंट मिळविले, व मोठ्या प्रमाणावर त्याचा उपयोग करण्याकरिता आपल्या सरकारचे मन वळविण्याचा यत्न केला. परंतु त्यात खूप दिरंगाई होऊन जवळजवळ पाच वर्षेपर्यंत मॉर्सला अतिशय हालात दिवस काढावे लागले.

मॉर्स संकेत लिपी

ए · –	जे · – – –	आर · – ·
बी – · · ·	के – · –	एस · · ·
सी – · – ·	एल · – · ·	टी –
डी – · ·	एम – –	यू · · –
ई ·	एन – ·	व्ही. · · · –
एफ · · – ·	ओ – – –	डब्ल्यू · – –
जी – – ·	पी · – – ·	एक्स – · · –
एच · · · ·	क्यू – – · –	वाय – · – –
आय · ·		झेड – – · ·

अखेर आपल्या शोधाचे प्रात्यक्षिक दाखवून, त्याचे महत्त्व सिद्ध करण्यासाठी होणाऱ्या खर्चादाखल अमेरिकन सरकारने मॉर्सला 30 हजार डॉलर दिले. एकमेकांपासून सुमारे 65 किलोमीटर दूर असणाऱ्या वॉशिंग्टन व बाल्टिमोर या दोन ठिकाणांमध्ये मॉर्सने तारायंत्राच्या तारा टाकल्या. या तारा जमिनीपासून उंच काही अंतरावर उचलून धरण्यासाठी जमिनीत खांब रोवावे लागले. 100 विद्युत्घटांचा संच असणाऱ्या विजेरीच्या सहाय्याने तारायंत्राला विजेचा पुरवठा करण्यात आला. 24 मे 1844 या दिवशी मॉर्सच्या तारायंत्रावर पहिला संदेश धाडण्यात आला. "देवाने काय किमया केली ?" असा तो संदेश होता. वास्तविक अखिल जगाचे भवितव्य पार बदलून जाईल असा चमत्कार देवाने घडवून आणला होता.

मॉर्सच्या तारायंत्राची चाचणी पूर्णपणे यशस्वी ठरली होती. तरीदेखील तारायंत्राचा सर्वत्र मोठ्या प्रमाणावर वापर करण्याविषयीचा निर्णय घेण्याला अमेरिकन सरकारला फार काळ लागला. मात्र त्याआगोदर खाजगी धंद्यातील लोक पुढे सरसावले आणि थोडक्याच कालात सर्व देशभर तारायंत्राच्या तारांचे गुंजन ऐकू येऊ लागले.



लवकरच शास्त्रज्ञ व संशोधकांच्या असे ध्यानात आले की जो कोणी एकाच तारेवर एकाहून अधिक संदेश धाडण्याचे काम यशस्वी करून दाखवील त्याच्यावर पैशाचा नुसता पाऊस पडेल. अलेक्झांडर ग्रॅहम बेल या नावाच्या एका तरुणाचे लक्ष वरील गोष्टीने वेधून घेतले. तारायंत्राहून अधिक मोठा शोध जो दूरध्वनी (टेलिफोन) तो लावण्याचे महद्‌भाग्य बेलला लाभले. बेल बहिऱ्या लोकांना शिकविण्याचे काम करीत होता. माणसांचा कान ध्वनीला कसा साद देतो ही गोष्ट समजून घेण्यासाठी बेलने कानाच्या रचनेचा अगदी सूक्ष्मदृष्टया अभ्यास केला होता.

आवाजाला दृश्य रूप द्यावे अशी त्याची कल्पना होती. तसे केल्यास बहिऱ्यांना हलत्या सुईच्या साहाय्याने आवाज दाखविणे शक्य होईल असे त्याचे म्हणणे होते.

समजा, आपण तळ्यातील पाण्याच्या स्थिर पृष्ठावर एक दगड टाकला तर काय होईल? पाण्यावर तरंग निर्माण होईल. अगदी त्याचप्रमाणे ध्वनी निर्माण झाल्याबरोबर हवेमध्ये कमी-अधिक दाबाचे तरंग निर्माण होऊन ते हवेत चोहोकडे पसरतात. असे दाबतरंग कानावर येऊन आदळताच, कानातील पडदा व त्याला जोडलेले लहान हाड मागेपुढे होऊ लागते. दूरध्वनीमध्येदेखील हीच क्रिया होते. तुम्ही दूरध्वनी-समोर बोलू लागलात की आवाजाबरोबर निर्माण होणाऱ्या दाबतरंगामुळे दूरध्वनि-यंत्रातील लोखंडाचा लवचिक पडदा मागे पुढे होऊ लागतो. म्हणजेच दूरध्वनीतील पडदा कंप पावू लागतो.

एक दिवस, वॉटसन् नावाच्या आपल्या सहकाऱ्याबरोबर बेल आपल्या प्रयोगशाळेत काम करीत होता. एक पातळशा धातुपट्टीला कंपने देण्यासंबंधी त्या दोघांचे प्रयोग सुरू होते. ही पट्टी चौकटीला घट्ट चिकटली होती. तेव्हा ती अलग करण्यासाठी वॉटसन्ने ती जोराने आपल्याकडे ओढली. त्याबरोबर जोराचा आवाज झाला. पट्टीला जोडलेल्या तारेमधून हा आवाज गेल्यामुळे बेल काम करीत असलेल्या पलीकडच्या खोलीत त्याला तो स्पष्टपणे जाणवला. त्याबरोबर कसला आवाज झाला म्हणून पाहण्यासाठी बेल गडबडीने वॉटसन् बसलेल्या खोलीत आला. सर्व प्रकार समजून येताच बेल एकदम थरारून गेला कारण या उलाढालीत दैवाने एक दुसराच चमत्कार घडवून आणला होता! असे म्हणावे लागेल.



अलेक्झांडर ग्रॅहम बेल

या घटनेनंतर सतत एक वर्षपर्यंत काम करून बेलने आपला दूरध्वनीचा शोध पूर्णत्वास नेला. बेलचे दूरध्वनी उपकरण म्हणजे चिंचोळ्या टोकाला एक सपाट चकती असणारी शिंगाच्या आकाराची बोलण्याची नळी. बोलणाऱ्याच्या आवाजामुळे



नळीतील सपाट चकती ध्वनिबरहुकूम कंप पावू लागे. या कंपांमुळे, विद्युत् चुंबका-भोवतालच्या तारेच्या वेटोळयात कमीअधिक प्रखरतेची वीज वाहू लागे.

दुसऱ्या ठिकाणी बसविलेल्या ग्रहणयंत्राला जोडणाऱ्या तारांतून विद्युतप्रवाहात होणारे हे बदल पोहोचवले जात. त्यामुळे ग्रहणयंत्रातील पातळ धातुचकती कंप पावू लागून, बोलणाऱ्याने पहिल्या ठिकाणी निर्माण केलेल्या ध्वनीप्रमाणे ध्वनि जन्माला येई.

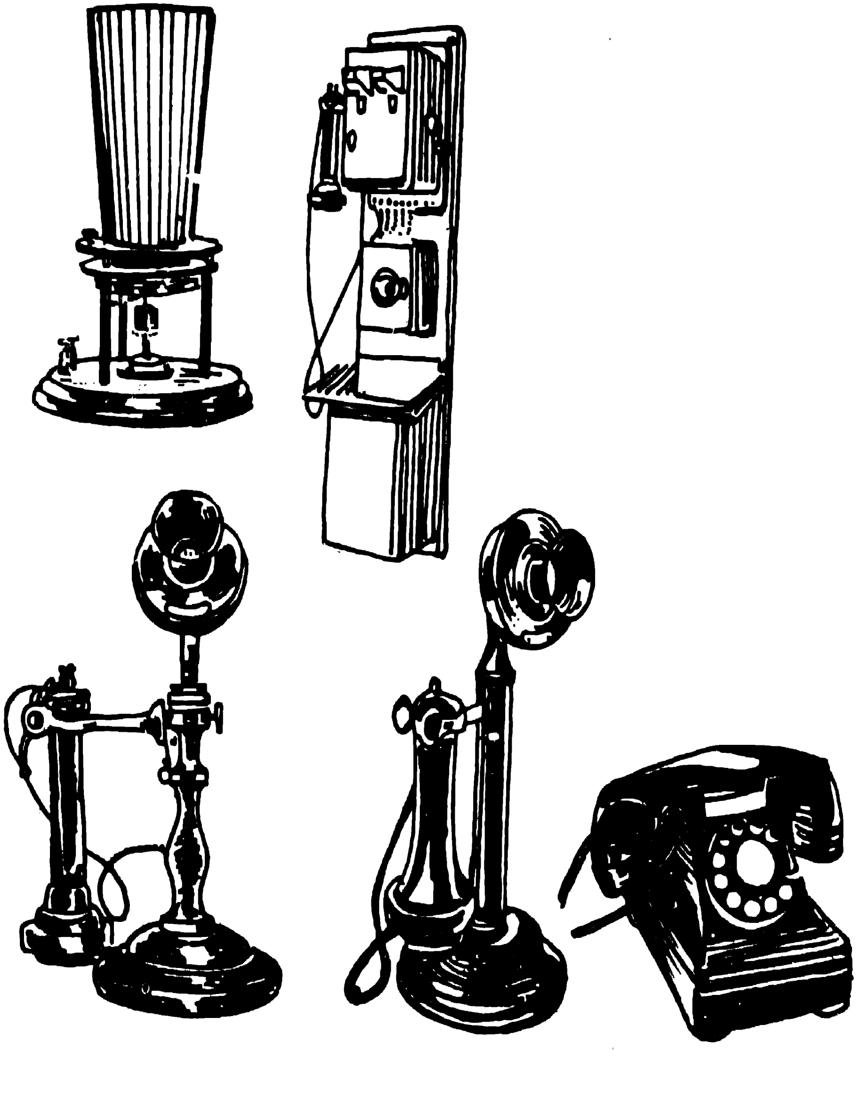
1876 साली, फिलाडेल्फिया येथे भरलेल्या प्रदर्शनात बेलच्या दूरध्वनी शोधाला पहिले पारितोषिक मिळाले. त्याने शोधलेल्या उपकरणात बऱ्याच सुधारणा केल्या जाऊन मग त्याचा उपयोग सर्वत्र होऊ लागला.

तारायंत्र व दूरध्वनी यांचा फैलाव जगातील भूखंडांच्या कानाकोपऱ्यांत होऊ लागला. परंतु संदेशांनी महासागरपार करण्याचे काम अद्याप पूर्ण झाले नव्हते. तारायंत्र व दूरध्वनीच्या तारा महासागरापलीकडे नेऊन पोहोचविण्यासाठी काहीतरी उपाययोजना करणे आवश्यक होते. त्या दृष्टीने बरेचसे प्रयत्नही झाले. या कामात कित्येकांना अपयश आले व कित्येकजण आपल्याजवळील पैसा घालवून कंगालही झाले. परंतु काहीजण यशस्वीही झाले.

हे काम तसे पाहिल्यास सोपे नव्हते. कारण काही काही भागात कित्येक किलोमीटर खोल असणाऱ्या महासागराच्या तळावर वीजवाहू तारा पसराव्या लागतात. सागराच्या पाण्यातून संदेश धाडण्याचे काम बहुतकरून भारतात प्रथम झाले. ईस्ट इंडिया कंपनीच्या तारायंत्र व्यवस्थेचे प्रमुख डॉ. ओशॉघनेसी यांनी हे काम 1839 मध्ये, हुगळी नदीत टाकलेल्या तारांमार्फत केले. त्यांनी नदीत टाकलेल्या धातुतारांवर रबराचे आवरण होते. या तारा शिशाच्या नळात बंद केलेल्या असत.

इंग्लंड व फ्रान्स यांना तारायंत्राने जोडण्याचे काम जॉन वॉटकिन्स ब्रेट याने केले. या कामी त्याच्या इंजिनियर भावाने त्याला मदत दिली. या संबंधात त्याने केलेल्या कराराची मुदत 1 सप्टेंबर 1850 या दिवशी संपत होती. त्यांच्या हातात तयार तारा येईपर्यंत 28 ऑगस्ट उजाडला. सागरात प्रत्यक्ष तारा पसरविण्यासाठी आता त्यांच्यापुढे केवळ तीन दिवसांचाच अवधी होता. अखेर जिवापाड मेहनत करून दिलेल्या मुदतीत तारा टाकण्याचे काम करून त्यांनी आपला करार पूर्ण केला.

गंमत अशी की करार पुरा झाल्याच्या दुसऱ्याच दिवशी सकाळी त्यांच्या तारायंत्राची व्यवस्था बंद पडली. कारण त्या सागरात मासेमारी करणाऱ्या एका बोटीच्या नांगरात त्यांनी टाकलेली तारायंत्र तार गुंतून अडकली व बोटीतील कोळ्यांनी आपल्या दोस्तांना दाखविण्यासाठी त्याच तारेचा तुकडा कापून घेतला.



दूरध्वनीच्या शोधातील उत्क्रांतिटप्पे–पहिल्या नमुन्यापासून तो चालू नमुन्यापर्यंत.

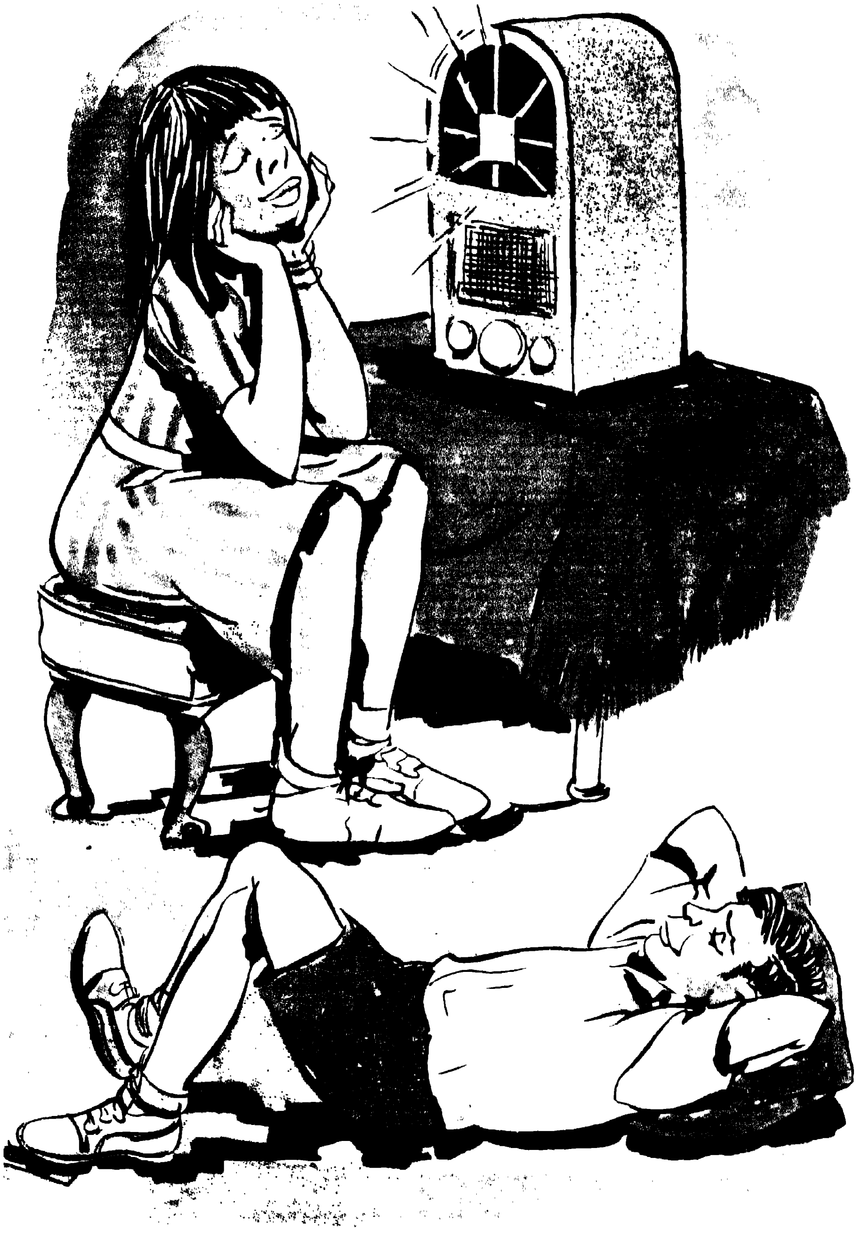
अटलांटिक महासागरात तारा टाकण्याचे काम अतिशय अवघड व प्रचंड होते. या कामासाठी इंग्लंड व अमेरिका या देशातील लोकांनी सहकार्य केले व त्या त्या देशांच्या नाविक दलांनीही त्यांना चांगलीच मदत दिली. या कामात आलेल्या कित्येक अडचणींना, अपयशांना तोंड देत देत अखेर 1866 साली हे अवघड काम पूर्ण झाले. आयर्लंडच्या नैर्ऋत्य टोकाला असलेल्या व्हॅलेंटिना उपसागरापासून सुरू झालेली तार न्यू फाउंडलंडपर्यंत पोहोचवण्यात आली. तेथून ती कॅनडापर्यंत नेऊन सोडण्यात आली. अशा रीतीने अटलांटिक पार करून युरोप अमेरिकेशी तारायंत्रानें जोडला गेला.

1866 सालानंतर अटलांटिकखेरीज आणखी किती तरी महासागरांत तारा टाकण्यात आल्या. 1870 साली इंग्लंड व भारत हे दोन देश सागरात तारा टाकून तारायंत्राने जोडले गेले. सागरातून तारा टाकण्यापूर्वी मुंबईहून धाडलेली तार इंग्लंडला पोहोचण्यासाठी एक आठवडा लागत असे. कारण एका ठिकाणाहून धाडलेले संदेश, वाटेत जागोजाग स्थापन केलेल्या संक्रमण केंद्रामार्फत, एकाकडून दुसऱ्याकडे, अशा पद्धतीने पुढे पुढे पाठवावे लागत. मात्र अशा व्यवस्थेमुळे मूळच्या संदेशात कितीतरी चुका होत व कित्येक वेळा तर मूळचा संदेश बरोबर समजून घेणे कठिण होई. महासागरात तारा टाकून त्यामार्फत संदेश धाडण्याच्या कामास सुरवात होताच केवळ काही मिनिटांतच हे संदेश इच्छित ठिकाणी पोहोचवणे शक्य होऊ लागले.

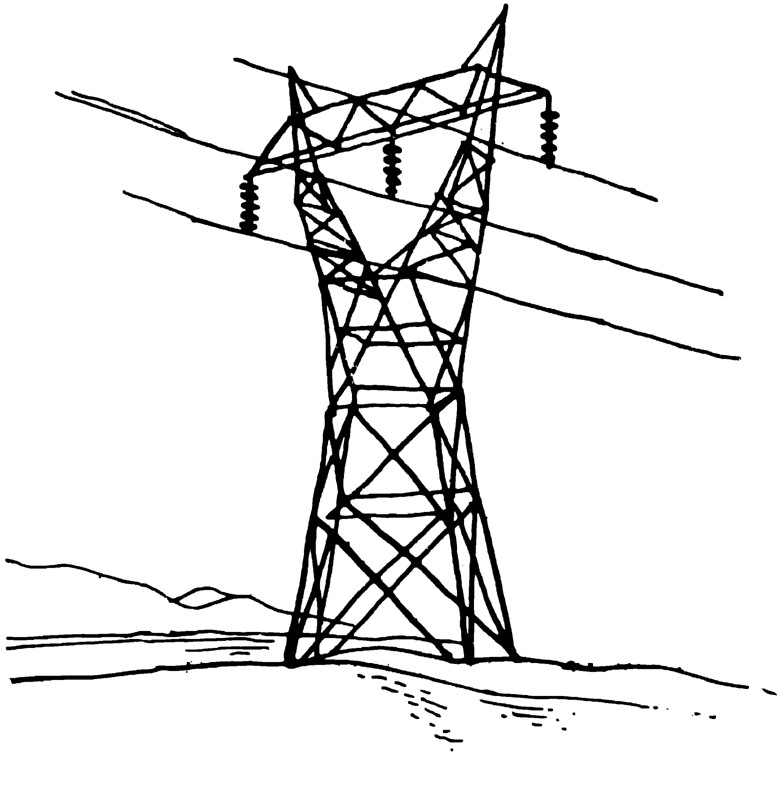
जसजसा काल लोटू लागला तसतसे आणखी नवेनवे शोध लागत गेले. माणसाचा आवाज हजारो किलोमीटर अंतरापलीकडे नेऊन पोहोचविण्याचे काम दूरध्वनीच्या शोधाने कसे केले हे आपण मागे पाहिलच आहे. यानंतर रेडिओ व चित्रवाणी यांचे शोध लागून दळणवळणाच्या क्षेत्रातील पुढच्या पायऱ्या गाठल्या गेल्या.

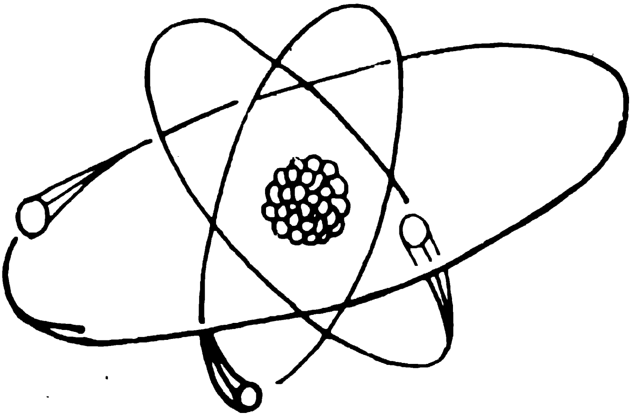
अखिल जगतात सुरू असणाऱ्या घडामोडींचे वृत्त घरबसल्या सकाळच्या वृत्तपत्रात आजकाल माणसाला वाचायला मिळते. जगाच्या कानाकोपऱ्यात घडणाऱ्या घटनांचे वृत्त क्षणात सर्वत्र प्रेषित होऊन हवे तेथे ग्रहण करता येते व एका रात्रीत वर्तमान पत्रात छापले जाते.

आज आपण दूर दळणवळणाच्या क्षेत्रातील एका नव्या युगाच्या उंबरठ्यावर उभे आहोत. आकाशात फिरत ठेवलेल्या दळणवळण उपग्रहांच्या मदतीने आपल्याला



लवकरच नव्याने जागतिक तारायंत्र, दूरध्वनी, चित्रवाणी यांचा लाभ घरबसल्या मिळणार आहे. हल्लीची अत्यंत जलद दळणवळण व्यवस्था म्हणजे माणसाने संपादिलेला महान विजय व गाजवलेला श्रेष्ठ पराक्रमच नव्हे काय ?





अणुगर्भीय शक्ती

अणुशक्ती किंवा अणुगर्भीय शक्ती म्हणजे विध्वंसक शक्ती असे आपल्यापैकी बहुतेकांना वाटते. याचे कारण अणुगर्भीय शक्तीचा- शोध दुसऱ्या महायुध्दाच्या कालात लागला हे होय. इटालिअन शास्त्रज्ञ एनरिको फर्मी यांच्या नेतृत्वाखाली संशोधन करणाऱ्या आंतरराष्ट्रीय शास्त्रज्ञांच्या संघाला शिकागो विद्यापीठात 2 डिसेंबर 1942 रोजी अणुगर्भीय साखळी प्रक्रिया सतत चालू राखण्याचे तंत्र अगदी

प्रथमच हस्तगत करता आले. वास्तविक ज्या शक्तीचा उपयोग अखिल मानवाचे कल्याण साधण्यासाठी करणे शक्य होते तिचा उपयोग अगदी सुरुवातीलाच मानवाच्या विनाशासाठी केला जावा ही घटना म्हणजे विज्ञानाची एक महान शोकांतिकाच होय.



6 ऑगस्ट 1945 रोजी जपानमधील हिरोशिमा या शहरावर पहिला अणुबॉम्ब टाकण्यात आला. त्यानंतर तीनच दिवसांनी जपानमधील नागासाकी नावाच्या औद्योगिक शहरावर दुसरा अणुबॉम्ब टाकण्यात आला. दोन्ही बॉम्बचा स्फोट जमिनी-पासून हवेत 600 मीटर अंतरावर करण्यात आला. त्यामुळे घडून आलेला विध्वंस प्रचंड होता. ही दोन्ही सुंदर शहरे संपूर्णपणे जमीनदोस्त होऊन गेली. त्यामधील

घरादारांची राखरांगोळी झाली. या शहरातील स्त्री, पुरुष, मुले एकतर मरण पावली अगर हातापायाने लुळीपांगळी होऊन गेली. या दोन अणुबॉम्बच्या स्फोटामुळे सुमारे एक लाखाहून अधिक लोक मृत्यू पावले व सुमारे 75000 लोक बेपत्ता अगर जखमी झाले.

अणुशक्ती म्हणजे खरोखरीच आहे तरी काय ? तिचे स्वरूप समजून घेण्याअगोदर वस्तू, मूलद्रव्य, रेणू व अणू या सर्वांबद्दल स्पष्टशी कल्पना असणे जरूर आहे, त्याचा आता विचार करूया.



पृथ्वी, ग्रह, तारे इत्यादी सर्व ज्यांचे बनलेले आहेत त्यांना वस्तू म्हणतात. सर्व वस्तू अशा काही थोडया शुद्ध द्रव्यांच्या बनलेल्या असतात की त्या अधिक साध्या द्रव्यात विभागता येत नाहीत. अशा शुद्ध द्रव्यांना मूलद्रव्ये म्हणतात. निसर्गात अशी एकूण 92 मूलद्रव्ये आढळतात. अलिकडच्या कालात शास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळेत आणखी सुमारे 12 नवी मूलद्रव्ये तयार केली आहेत. नैसर्गिक मूलद्रव्यांत सर्वात हलके मूलद्रव्य म्हणजे हायड्रोजन व सर्वात जड युरेनिअम होय. बहुतेक मूलद्रव्ये साध्यासुध्या

घनाप्रमाणे–उदाहरणार्थ लोखंड, चांदी, तांबे, शिसे असल्याचे आढळेल. ब्रोमिना पारा ही मूलद्रव्ये द्रवावस्थेत आढळतात तर क्लोरिन ऑक्सिजन यासारखी मूलद्रव्ये वायुरूपात आढळतात. ज्या वेळेस मूलद्रव्ये एकत्रित होऊन जोडली जातात त्या वेळेस त्यापासून एक नवाच पदार्थ तयार होतो. अशा नव्या पदार्थाला संयुग म्हणतात. उदाहरणार्थ पृथ्वीचा 3/4 भाग व्यापणारे पाणी घ्या. पाणी म्हणजे प्राणवायु व हायड्रोजन या दोन मूलद्रव्यांपासून बनलेले एक संयुग होय. संयुगात भाग घेणाऱ्या मूलद्रव्यांचे एकमेकांशी असणारे प्रमाण ठराविक असते. संयुगाला स्वतःचे असे स्वतंत्र गुणधर्म असतात. आपल्याला माहीत आहेच की पाण्याचे कितीतरी उपयोग होतात. त्यांपैकी एक उपयोग म्हणजे आग विझविणे. पण आश्चर्य असे की ज्या दोन वायूंपासून पाणी तयार होते त्यांपैकी एक वायू जो हायड्रोजन तो ज्वालाग्रही असतो तर दुसरा वायू जो ऑक्सिजन (प्राणवायू) तो ज्वलनोपयोगी असतो.

खडूसारखा एखादा पदार्थ घेऊन आपण त्याचे अतिशय लहान लहान असे तुकडे केले तर प्रत्येक तुकड्याला मूळ खडूचे सर्व गुणधर्म असल्याचे आढळून येईल. समजा या खडूचे आपण इतके लहानलहान तुकडे पाडले की अशा लहान तुकडयांचे पुन्हा आणखी लहान तुकडे किंवा विभाग पाडणे शक्य नाही. असे केल्यास, मूळ खडूचे सर्व गुणधर्म असणाऱ्या खडूच्या या लहान लहान तुकडयाला खडूचा रेणू (म्हणजे सूक्ष्म वस्तू) असे म्हणतात.

खडूचा हा रेणू, कॅलशिअम, कर्ब व प्राणवायू या तीन मूलद्रव्यांचा बनलेला असतो. जर का खडूच्या अशा तुकडयाची मोड वरील तीन मूलद्रव्यांत केली तर तो मूळ खडूसारखा असणार नाही.

पाण्याच्या एका रेणूत हायड्रोजनचे दोन अणू व प्राणवायूचा एक अणू अस्तित्वात असतात. पाण्याचा रेणू आकाराने किती सूक्ष्म आहे याची कल्पना यावयाची असल्यास असे म्हणता येईल की भूमध्यसमुद्रात पाण्याचे एकूण जितके थेंब असतील तितके रेणू पावसाच्या एका थेंबात आढळून येतील.

आता आपण लोखंडासारख्या मूलद्रव्याचा विचार करू या. लोखंडाचा एक तुकडा घेऊन त्याचे अशा तऱ्हेने लहानलहान भाग पाडू या की अखेर एका



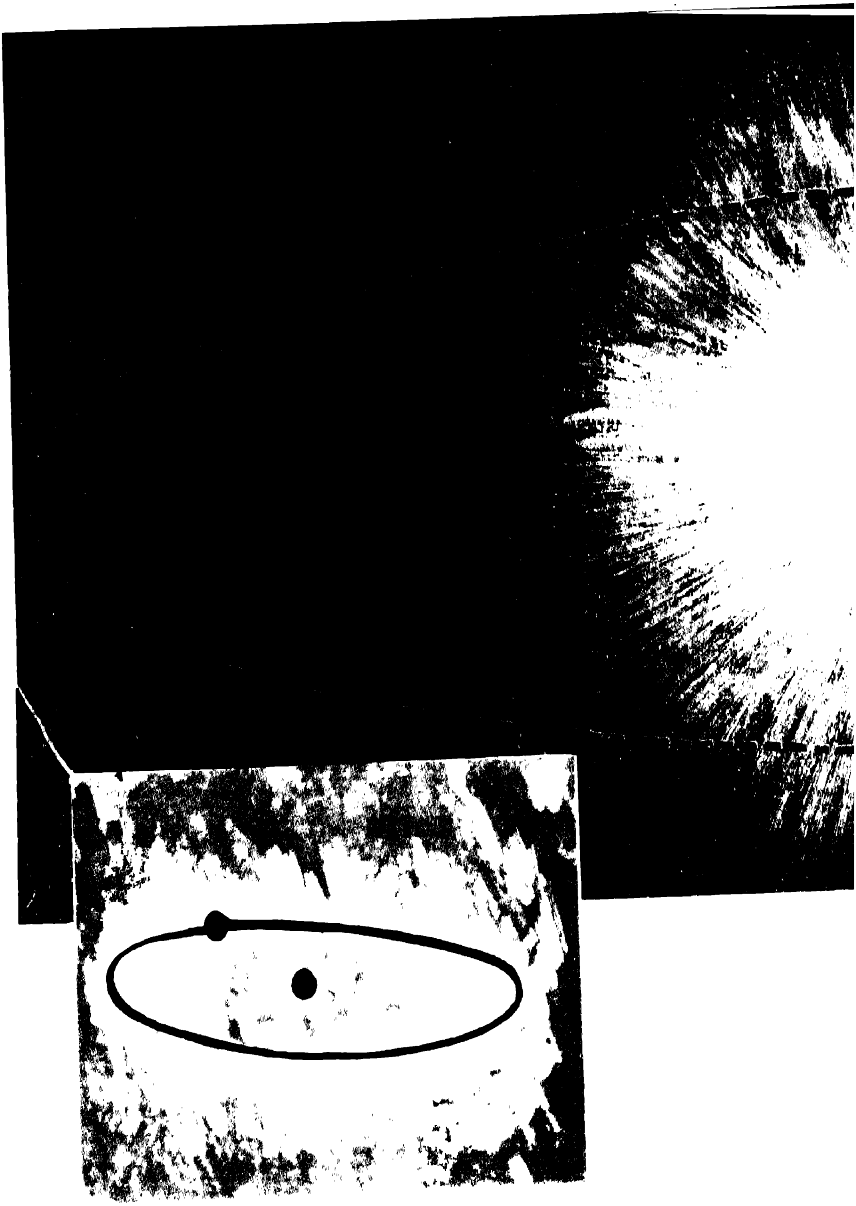
लहान भागाचे आणखी अधिक लहान तुकडे अगर विभाग पाडणे अशक्य होईल. लोखंडाच्या अशा या लहानात लहान भागाला अगर तुकड्याला अणु (ॲटम) असे म्हणतात. ॲटम या इंग्रजी शब्दाचा अर्थ ज्याचा आणखी लहान तुकडा अगर भाग पाडता येत नाही असा घटक.

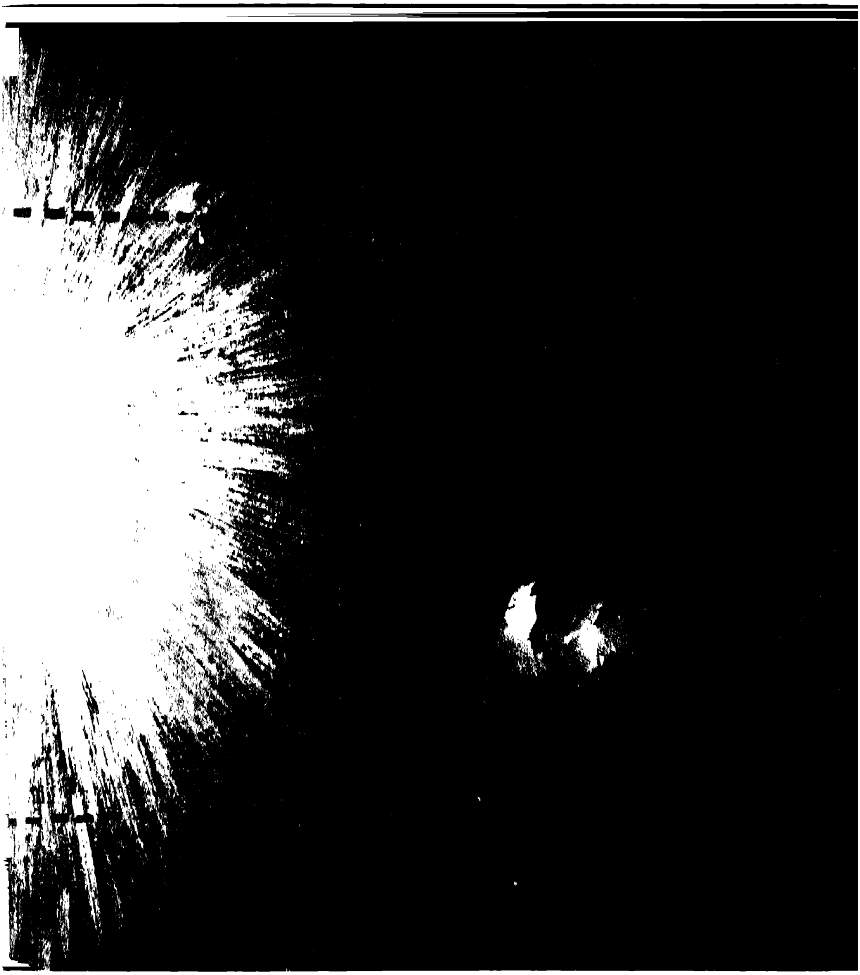
बऱ्याच प्राचीन ग्रीक तत्वज्ञांचा असा विश्वास होता की कोणतीही वस्तु दळून किंवा भरडून काढली तर तिचे लहान तुकडे पडण्याच्या क्रियेला अंत असा कधीच असत नाही. मात्र इतर काहींचे असे ठाम मत होते की वस्तुचे तुकडे पाडण्याची क्रिया एका विशिष्ट मर्यादेपलीकडे चालू ठेवणे शक्य होणार नाही. या तत्वज्ञांना मूलद्रव्यांचे अखेरचे सूक्ष्म तुकडे जे अणु त्याविषयीची कल्पना होती असे म्हणावे लागेल.

तसे पाहिल्यास अणु म्हणजे बऱ्याच प्रमाणात रिकामी किंवा पोकळ जागा. अणु मुख्यत्वेकरून तीन निरनिराळ्या जातीच्या कणांपासून बनलेला आहे. ते म्हणजे प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन व न्यूट्रॉन. सर्व अणूंमध्ये एक केंद्र असते. त्याला अणुगर्भ (न्यूक्लिअस) म्हणतात. अणूचे बहुतेक वजन केंद्रात साठलेले असते. अणुतील गर्भाभोवती, अत्यंत हलके व सूक्ष्म असे घटक जे इलक्ट्रॉन ते विशिष्ट कक्षेत अतिशय वेगाने वर्तुळमार्गात भ्रमण करीत असतात. ज्याप्रमाणे आपल्या ग्रहमालेत, मध्यवर्ती सूर्याभोवती नऊ ग्रह भ्रमण करीत असतात त्याप्रमाणे! इलेक्ट्रॉनावर अल्प प्रमाणात ऋण वीज असते.

एकमेकांशी घट्ट जखडलेले प्रोटॉन व न्यूट्रॉन या नावाचे दोन घटक अणुगर्भात असतात. प्रोटॉनवरील धन विजेचा साठा, इलेक्ट्रॉनवरील ऋण विजेच्या साठ्याएवढा असतो. कोणत्याही अणूतील इलेक्ट्रॉन व प्रोटॉन यांची सख्या एकमेकांइतकी असते. अशा तऱ्हेने अणूतील सर्व इलेक्ट्रॉनावरील ऋण विजेचा एकूण साठा, त्यामधील सर्व प्रोटॉनावरील धन विजेच्या एकूण साठ्याबरोबर असतो. त्यामुळे अणूवर कोणत्याही जातीच्या विजेचा साठा असत नाही. म्हणजे विजेच्या दृष्टीने अणु संपूर्णपणे उदासीन असतो.

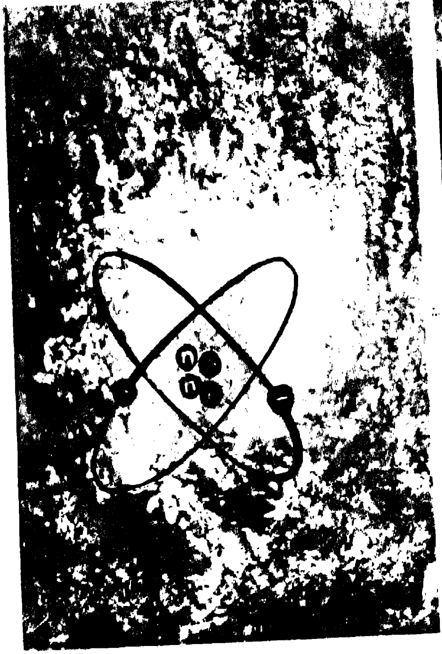
न्यूट्रॉनवर विजेचा साठा नसतो. त्याचे वस्तुमान अगर वजन जवळ जवळ प्रोटॉन-एवढे असते.



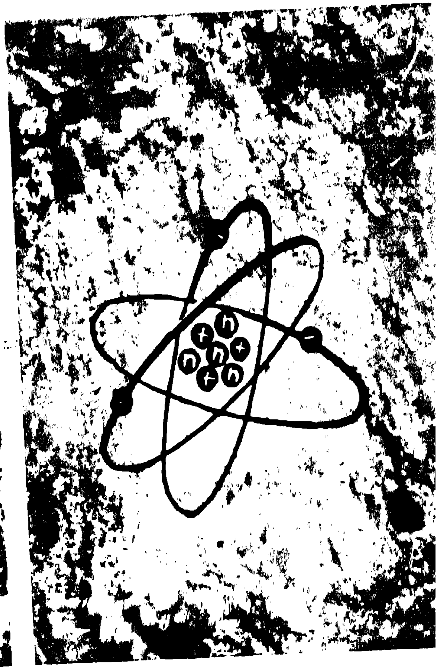


अणुगर्भाभोवती वलन करीत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची क्रिया बरीचशी, सूर्याभोवती भ्रमण करणाऱ्या पृथ्वीच्या कक्षेसारखी असते.

कोणत्याही मूलद्रव्याचे गुणधर्म त्याच्या अणूत असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन किंवा प्रोटॉन यांच्या संख्येवर अवलंबून असतात. न्यूट्रॉनमुळे अणूच्या वस्तुमानात हवी तेवढी भर पडू शकते. गर्भात एकच प्रोटॉन असणारा अणु म्हणजे हायड्रोजन अणु. दोन प्रोटॉन असणारा अणु म्हणजे हेलिअम अणु व तीन प्रोटॉन असणारा अणु म्हणजे लिथिअम अणु.



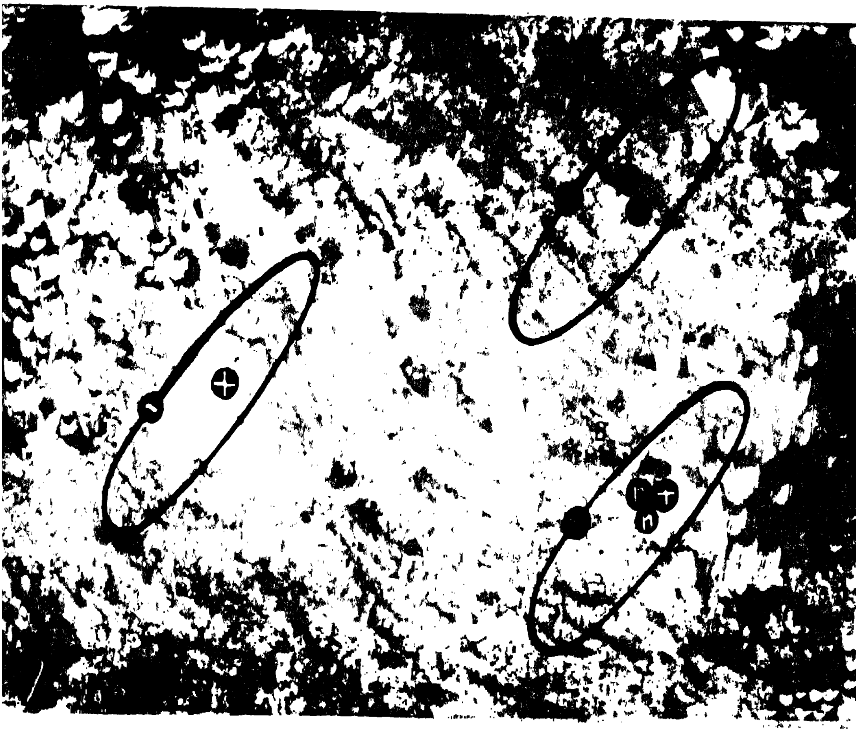
हेलिअम अणु



लिथिअम अणु

काही वेळा एकाच मूलद्रव्याच्या अणूत निरनिराळ्या संख्येत न्यूट्रॉन असल्यामुळे त्यांचे वस्तुमान भिन्न असते. एकाच मूलद्रव्याच्या निरनिराळ्या स्वरूपाना सस्थानी (आयसोटोप) म्हणतात. कारण त्यांचे वस्तुमान जरी भिन्न असले

तरी त्यांचे रासायनिक गुणधर्म मात्र एकच असतात. उदाहरणार्थ, हायड्रो-जन मूलद्रव्याच्या अणूत सामान्यपणे फक्त एकच प्रोटॉन असतो. त्यात न्यूट्रॉन अजिबात नसतो. परंतु दुर्मिळ असणारा हायड्रोजनचा असाही एक प्रकार आहे की ज्यामध्ये एक प्रोटॉन व एक न्यूट्रॉन असतो. त्याला



ए ड्युटेरिअम अणु (दोन वस्तुमानाचा हायड्रोजन) बी ट्रिटीअम अणु (तीन वस्तुमानाचा हायड्रोजन अणु) सी हायड्रोजन अणु (एक वस्तुमानाचा)

ड्युटेरिअम म्हणतात. कृत्रिमपणे तयार केला जाणारा हायड्रोजन अणूचा एक तिसरा प्रकार असून त्याला ट्रिटीअम म्हणतात. त्यामध्ये एक प्रोटॉन व दोन न्यूट्रॉन असतात.

मूलद्रव्याचे अणु निरनिराळ्या घटकांपासून बनलेले आहेत असा शोध लागल्यावर हे अणु फोडण्याच्या प्रयत्नास शास्त्रज्ञ लागले. त्याबरोबर त्यांना असे आढळून आले की अणुमधील काही काही फिरत्या इलेक्ट्रॉनाना, आणि त्यातल्या त्यात जे इलेक्ट्रॉन अणुगर्भापासून बरेच दूर असतात अशाना अणूतून बाहेर ओढून काढणे सहज शक्य होते. तसे पाहिल्यास काचेची एखादी कांडी घेऊन ती रेशमी कपड्यावर घासताच, काचेच्या अणूतील काही इलेक्ट्रॉन आपली जागा सोडून रेशमी कपड्याला चिकटतात. त्याबरोबर रेशमी कपडा ऋण विजेने भारावल्याचे आढळून येते, काचेच्या कांडीतील इलेक्ट्रॉन कमी झाल्यामुळे तिच्यावरील एकूण धन विजेचा भार वाढतो. त्यामुळे काचेची कांडी धनवीजधारी होते.

अणूची फोड करणे शास्त्रज्ञाना जरी सोपे वाटले तरी अणुगर्भ फोडणे म्हणजे एक अतिशय अवघड काम आहे याची जाणीव त्याना लवकरच झाली. अणुगर्भातील प्रोटॉन व न्यूट्रॉन हे घटक इतक्या जबरदस्त शक्तीने एकमेकाशी जखडलेले असतात की त्यांना ओढून काढून अलग करणे जवळजवळ अशक्य आहे असे वाटू लागले.

मध्यंतरीच्या कालात मेरी व पेरी क्युरी या शास्त्रज्ञ दांपत्याने रेडिअम् नावाच्या एका नव्या मूलद्रव्याचा शोध लावला होता. त्यांच्या या शोधामुळे एका नव्याच वर्गातील मूलद्रव्ये उजेडात येऊ शकली. या वर्गातील सर्व मूलद्रव्यांच्या अंगी आपोआप किरण बाहेर टाकण्याचा एक वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म होता. ज्यावेळेस एखादे मूलद्रव्य आपल्या अंतरंगातून विशिष्ट स्वरूपाचे तरंग किंवा कण आपोआप बाहेर टाकून आपली फोड किंवा विघटन करून घेते त्यावेळेस अशा मूलद्रव्याला किरणोत्सारी (रेडिओॲक्टिव्ह) मूलद्रव्य म्हणतात. या नव्या वर्गातील मूलद्रव्ये नुसती किरणोत्सारी होती एवढेच नव्हे तर त्यांचा समावेश वजनदार द्रव्यात होऊ शकत होता. या जडपणामुळे त्यांचे ठराविक प्रमाणात सतत विघटन होते. युरेनिअम या नावाचे सर्वात जड असणारे नैसर्गिक मूलद्रव्य वरील वर्गात मोडते.

रेडिअमचे विघटन होताना त्यामधून दोन प्रकारचे कण व एक प्रकारचे किरण बाहेर पडतात. कणांना आल्फा व बीटा ही नावे देण्यात आली आहेत. बीटा कण म्हणजे इलेक्ट्रॉन; आल्फा कण म्हणजे हेलिअमचे अणुगर्भ. ते दोन प्रोटॉन

व दोन न्यूट्रॉन यापासून बनलेले असतात. किरणांचे नाव गामा. ते अतिशय शक्तिमान असतात.

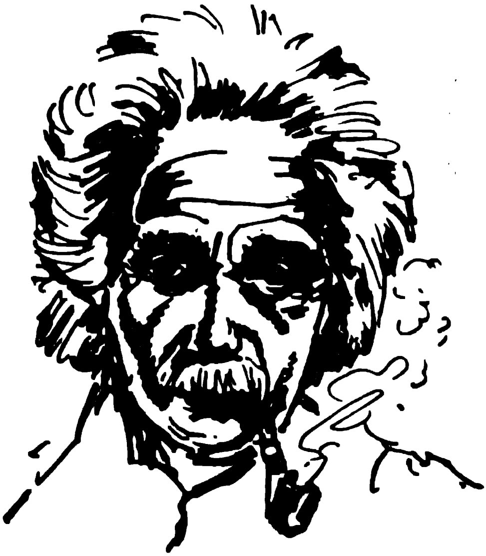
रेडिअममधून बाहेर पडणारे कण अत्यंत वेगाने धावतात. ही गोष्ट समजताच, बंदुकीतून वेगाने बाहेर पडणाऱ्या गोळ्यांप्रमाणे गोळ्या फेकून एखाद्या अणुगर्भावर हल्ला चढविण्यासाठी अशा शक्तिमान कणांचा उपयोग करता येईल अशी कल्पना शास्त्रज्ञांच्या डोक्यात घोळू लागली. परंतु बीटाकण (म्हणजेच इलेक्ट्रॉन) वजनाने अतिशय हलके असल्यामुळे वरील कामासाठी निरुपयोगी ठरतात हे उघड आहे. आल्फा कण त्यामानाने चांगलेच वजनदार असतात. परंतु वरील कामासाठी त्यांचा उपयोग करण्यामध्ये एक अडचण असते. ती म्हणजे त्यांच्यावर धनवीजेचा भार असतो. आपण मागे एकदा पाहिलेच की कोणत्याही अणुगर्भावर धन विजेचा भार असतो. विद्युतशास्त्रातील नियमाप्रमाणे सारख्या जातीची वीज एकमेकींना दूर लोटते; त्यामुळे अपसरण घडून येते. रेडिअममधून बाहेर पडणारे आल्फा कण अत्यंत वेगाने बाहेर पडत असल्यामुळे अणुगर्भाजवळ पोहोचताच गर्भाकडून ते कदाचित दूर सारले जाणार नाहीत असे शास्त्रज्ञांना वाटत होते. त्याप्रमाणे आल्फाकणांच्या मदतीने अणुगर्भ फोडण्याचे प्रयोग करताच शास्त्रज्ञांना जरी थोडे फार यश लाभले तरी अशा प्रयोगात सबंध अणुगर्भाचा अतिशय थोडासा भागच ओरबाडून बाहेर काढता येतो असे शास्त्रज्ञांना दिसून आले.

त्यानंतर चॅडविक् नावाच्या इंग्रज संशोधकाने न्यूट्रॉन या अणुगर्भातील एका घटकाचा शोध लावला. या घटकाची माहिती शास्त्रज्ञांना या पूर्वी मिळालेली नव्हती. न्यूट्रॉनवर विजेचा भार मुळीच नसल्यामुळे, अणुगर्भाची फोड करण्याच्या कामी ते अतिशय सोयीचे ठरतात. तसेच ते अणुगर्भाडूकन दूर ढकलले जाणेही शक्य नव्हते. या सर्व कारणांसाठी इटालिअन शास्त्रज्ञ एन्‌रिको फर्मी याने मूलद्रव्यांच्या अणुगर्भावर सावकाश तसेच अत्यंत वेगाने धावणाऱ्या न्यूट्रॉनांचा मारा करण्यासंबंधीचे प्रयोग सुरू ठेवले. अशा प्रयोगात त्याला थोडे यशही लाभले. परंतु तेवढ्यात दुसऱ्या महायुद्धाचा भडका उडाल्यामुळे आपले हे प्रयोग मध्येच सोडून, त्याला अमेरिकेत पळून जावे लागले.

काही जर्मन संशोधकांनी आपल्या प्रयोगावरून असा विस्मयकारक शोध लावला की युरेनिअमच्या अणुगर्भावर न्यूट्रॉनांचा मारा केल्यास त्याचे जवळजवळ सारखे

असे दोन भाग पडतात आणि या क्रियेत प्रचंड प्रमाणावर शक्ती बाहेर पडते.

निसर्गात युरेनिअम हे मूलद्रव्य मुख्येत्वेकरून दोन प्रकारांत आढळते. हे दोन प्रकार म्हणजे 235 वस्तुमानाचा सस्थानी व 238-वस्तुमानाचा सस्थानी. दोन्ही सस्थानी युरेनिअममध्ये मिश्रणाचे स्वरूपात एकत्र आढळतात. मात्र नैसर्गिक युरेनिअममध्ये, 235-युरेनिअम सस्थानी, 1 टक्क्याहून कमी प्रमाणात आढळतो. कमी वेगाने धावणाऱ्या न्यूट्रॉनांचा मारा 235-युरेनिअम सस्थानीवर केल्यास त्याचे तुकडे पडतात,



अल्बर्ट आइन्स्टाईन

आणि त्याबरोबर जशी प्रचंड शक्ती बाहेर पडते तसे काही शून्यकणही मोकळे होऊन बाहेर येतात. मोकळे झालेले हे न्यूट्रॉन वाटेतील 235 वस्तुमानाच्या इतर युरेनिअम अणुगर्भावर धडका मारून त्यांचे तुकडे करतील अशी शास्त्रज्ञांची अपेक्षा होती. ही क्रिया पुन्हा पुन्हा घडल्यास त्यामुळे अणुगर्भाची छकले उडविण्याची एक साखळी प्रक्रिया सुरू होईल; आणि परिणामी अणुबॉम्बचा स्फोट घडून येईल.

238 वस्तुमानाचा युरेनिअमचा जो सस्थानी असतो, त्याची गोष्ट जरा निराळी असल्याचे दिसून येते. कारण त्याच्यावर येऊन आदळणारे न्यूट्रॉन, त्याच्या अणुगर्भात शोषले जातात. अशी परिस्थिती असल्यामुळे, वर वर्णिलेली साखळी प्रक्रिया याच्या बाबतीत घडून येणे शक्य होत नाही.

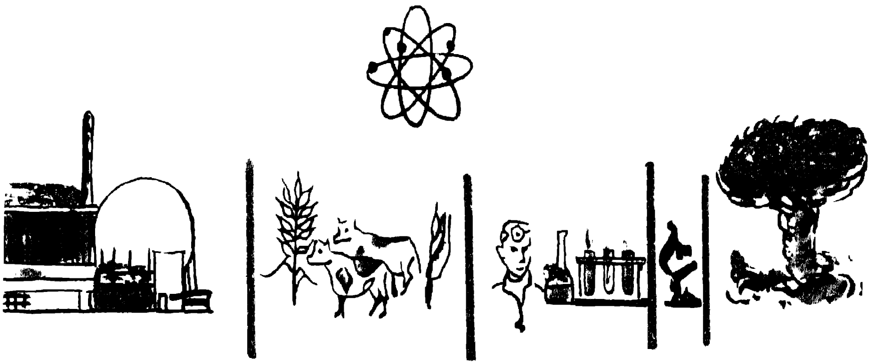
वर दिलेल्या सर्व घटना दुसऱ्या महायुद्धाच्या सुरुवातीचे कालात विख्यात शास्त्रज्ञ आइन्स्टाईन याना कळविण्यात आल्या. त्यावेळेस ते अमेरिकेत राहात होते. वरील सर्व प्रयोगामागील गूढ अर्थ आइन्स्टाईनच्या ताबडतोब ध्यानी आला. वर उल्लेखिलल्या शोधामुळे एक महाभयंकर विनाशी बॉम्ब (अणुबॉम्ब) बनविण्याची शक्यता त्याना दिसून आली. त्याप्रमाणे त्यानी अमेरिकेच्या त्यावेळच्या अध्यक्षाना अणुबॉम्बची शक्यता पटवून देताच अध्यक्षानी ते काम सुरु करण्याविषयी जरूर ते हुकूम सोडले.

अणुबॉम्ब तयार करण्यासाठी सज्ज झालेल्या शास्त्रज्ञांपुढे अद्याप दोन अडचणी उभ्या होत्या. पहिली अडचण म्हणजे युरेनिअम अणुगर्भाच्या फोडीची साखळी प्रक्रिया अस्तित्वात आणता येईल याची खात्री करून घेणे. दुसरी अडचण म्हणजे, अणुबॉम्ब निर्मितीसाठी पुरा पडेल इतका 235 वस्तुमानाचा युरेनिअम सस्थानी, नैसर्गिक युरेनिअम मधून वेगळा काढणे. 1940 साली अणुबॉम्ब तयार करण्याच्या कार्यास सुरुवात झाली. साखळीप्रक्रियेची चाचणी घेण्याचे काम ज्या गटाकडे सोपविण्यात आले होते त्याचे नेतृत्व एन्रिको फर्मीकडे देण्यात आले होते. 2 डिसेंबर 1942 रोजी त्यांनी या बाबतीत जी चाचणी घेतली ती यशस्वी ठरली.

अणुबॉम्ब तर तयार झाला ! पण त्यानंतर मात्र हा शोध येथेच संपला नाही. लवकरच अणुबॉम्बपेक्षाही अधिक विनाशकारी बॉम्ब तयार करण्यात आले. अणुबॉम्ब-पेक्षा सुमारे हजार पट अधिक शक्ती असणारा बॉम्ब म्हणजे हायड्रोजन बॉम्ब. मात्र हायड्रोजन बॉम्ब तयार करताना, जड मूलद्रव्यांच्या अणुगर्भांची छकले उडवून शक्ती बाहेर काढली जात नाही; उलट हलक्या मूलद्रव्यांच्या अणुगर्भांना एकत्र आणून जास्त वजनाचे अणु तयार करतात व या क्रियेत प्रचंड शक्ती बाहेर काढतात. हायड्रोजन् बॉम्बहून अधिक विध्वंसक अस्त्र म्हणजे कोबाल्ट बॉम्ब या सर्वांना अणुगर्भीय बॉम्ब या नावाने ओळखतात कारण त्या सर्वांमध्ये अणुगर्भात दडून राहिलेली शक्ती बाहेर काढण्याचे काम केले जाते

अणुबॉंबचा शोध लागल्यामुळे युद्धासंबंधीच्या आपल्या एकूण कल्पनाच पार बदलून गेल्या. वर्षानुवर्षे युद्ध रेंगाळत रहाण्याचे पूर्वीचे दिवस आता संपले. फक्त एकच अणुबॉंब टाकायचा अवकाश. सबंध शहर बेचिराख झालेच म्हणून समजा. प्रयोग शाळेत बसल्याबसल्या नुसतं बटण दाबायचा अवकाश! तोंडात अणुबॉंब धरलेली लांब पल्ल्याची क्षेपणास्त्रे दूर अंतरावरील लक्ष्याच्या दिशेने आकाशातून सोसाट्याने बाहेर पडलीच म्हणून समजा. ज्या युद्धात दोन्ही पक्ष अगदी हवा तसा अणुबॉंबचा वापर करू लागतील, अशा युद्धात केवढा हाःहाःकार उडून जाईल याची कल्पनाच करणे कठिण आहे. भावी युद्धात दोन्ही पक्षांकडून अगदी बिनदिक्कत, अणुबॉंबचा वापर केला गेल्यास या पृथ्वीवरील जीवितमात्राचे अस्तित्वच पुसून टाकले जाईल की काय अशी भीति मानवी इतिहासात अगदी प्रथमच लोकांना वाटावयास लागली आहे.

आजवर कधीही हाती आली नव्हती एवढी मोठी विध्वंसक शक्ती, अणुबॉम्बच्या शोधामुळे माणसाच्या हाती आली आहे. परंतु त्याचबरोबर या शक्तीमुळे मानवी भवितव्याविषयीच्या सुखद आशाही त्याच्या मनात डोकाऊ लागल्या आहेत. दगडी कोळसा, खनिज तेल, शक्तीनिर्मितीचे नैसर्गिक साठे इत्यादींचा वापर आजकाल आपण फार झपाट्याने करीत असल्यामुळे नजीकच्या भविष्यातच एक दिवस असा



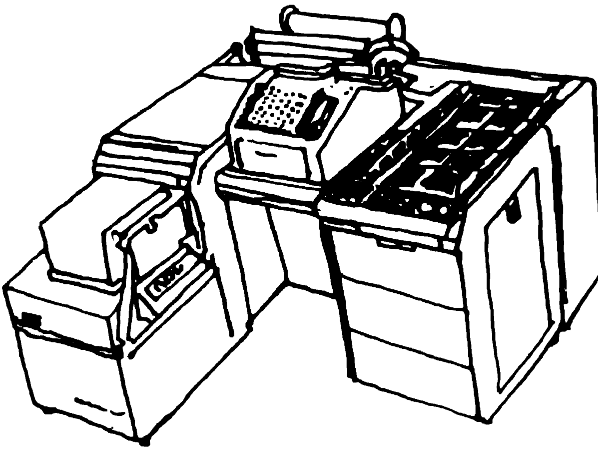
अणुशक्तीचे शांतताकालीन उपयोग

उजाडेल की जेव्हा या सर्वांचे साठे पूर्णपणे संपून जातील. हव्या तितक्या शक्तीचा वापर करून आज आपल्या जीवनात, आराम देणाऱ्या नाना सुखसोईंचा उपभोग घेऊ शकतो. मात्र वाढत्या सुधारणाबरोबर आपल्या शक्तीविषयक गरजाही वाढत आहेत. त्यामुळे माणसाचे लक्ष, कोळसा, तेल इत्यादी नैसर्गिक संपत्तीखेरीज अन्य शक्तिसाठयाकडे जाऊ लागले आहे.

येथेच नेमका आपल्या मदतीसाठी अणु उभा ठाकला आहे. अणुगर्भात जो प्रचंड शक्तिसाठा दडला आहे तो स्फोटाच्या एकाच दणक्यात बाहेर काढण्याची गरज नाही. उलट त्यावर नियंत्रण घालून त्याला माणसाच्या सेवेसाठी राबविणे शक्य आहे. नियंत्रित स्वरूपात अणुशक्ती सावकाश सावकाश पुरवणाऱ्या साधनाला अणुभट्टी (रीॲक्टर) असे म्हणतात. अणुभट्टया स्थापन होऊन त्यांचे कार्यही सुरू झालेले आहे व जसजसा काळ लोटेल तसतशा त्या, सध्यांच्या शक्तिसाठयांच्या जागा घेऊ लागतील. त्यामुळे शक्तिनिर्मितीसाठी सध्या वापरल्या जाणाऱ्या इंधनांचा यदाकदाचित दुष्काळ पडला तरी आपले सुधारलेले जीवन उध्वस्त होण्याची भिति नाही.

अणुभट्टया विस्मयकारक कामे करू लागल्या आहेत. त्यांच्याकडून जहाजे पाणबुड्या यांना शक्ती पुरवठा होत आहे. त्यांच्या जोरावर अणुवीज केंद्रात वीजही निर्माण होत आहे. अणुगर्भीय शक्तीचे खास वैशिष्टय म्हणजे थोड्याशा अणुइंधनात प्रचंड शक्तीसाठा दडलेला असल्यामुळे तो आपल्याला दीर्घकालपर्यंत पुरविता येईल. 1958 च्या ऑगस्ट महिन्यात बर्फाच्छादित उत्तर ध्रुवाखालून नॉटिलस नावाची अणुशक्तीवर चालणारी जी पाणबुडी पॅसिफिक महासागरातून अटलांटिक महासागरात गेली होती तिच्यात फक्त एकदाच अणुइंधन भरावे लागले होते. अंतराळात दीर्घ मुदतीपर्यंत कराव्या लागणाऱ्या प्रवासासाठी अणुगर्भीय शक्ती उपयुक्त ठरेल असे वाटते. माणसाने चंद्रावर वसाहती स्थापन करावयाचे ठरविल्यास त्यासाठी जरूर असणारी शक्ती अणुगर्भीय शक्तीमार्फत मिळवता येईल.

अणुशक्तीचे नवेनवे उपयोग दर दिवशी प्रकट होत आहेत. पृथ्वीवर अणुयुगाची सुरुवात करून देण्यासाठी जरूर ठरलेल्या बदलांचा प्रारंभ अणुबॉम्बने करून दिला असे म्हणता येईल. या अणुयुगाचे नाना चमत्कार आता आपल्याला प्रत्यक्ष दिसत आहेत; भविष्यात आणखी कितीतरी नवेनवे चमत्कार प्रकट व्हावयाचे आहेत.



इलेक्ट्रॉनिक्स

अगदी काटेकोरपणे बोलायचे झाल्यास, डोक्यात अणुबॉम्बचा विचारसुद्धा डोकावा-यच्या कितीतरी अगोदर पासून इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेचा शोध व वापर करण्यास सुरुवात झाली आहे. परंतु इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेत अगदी अलिकडच्या कालात फारच वेगाने प्रगति साधल्याचे दिसून आल्यामुळे ही शाखा शास्त्राच्या इतिहासात अगदी नुकतीच उदयास आली आहे असा आपला समज होतो. सध्याच्या घडीला, इलेक्ट्रॉनिक्स म्हणजे एक ज्वलंत शास्त्र व महत्वाचा उद्योगधंदा मानला जात आहे.

इलेक्ट्रॉनिक्स म्हणजे काय हे समजून घ्यायचे झाल्यास एखाद्या तारेतून वीज वाहू लागल्यास, त्या तारेत कोणकोणत्या घडामोडी सुरू होतात हे समजून घ्यावे लागेल. तार ज्या धातूची असेल त्या धातूत अत्यंत दाटीवाटीने ठेवून भरलेले अणु असतात. मागे एकदा आपण पाहिलेच की प्रत्येक अणूत एक अणुगर्भ असून त्या भोवती अतिशय वेगाने भ्रमण करणारे इलेक्ट्रॉन असतात.

तारेमधून ज्यावेळेस वीज धाडली जाते त्यावेळेस तारेच्या अणूतील काही इलेक्ट्रॉन प्रवाहाप्रमाणे तारेच्या एका टोकाकडून दुसऱ्या टोकाकडे जोरजोराने रेटले जातात. इलेक्ट्रॉनच्या अशा अखंड प्रवाहामुळे विद्युत् शेगडी, दिवा किंवा इतर विद्युत् साधने आपले कार्य करू शकतात कारण या साधनांमधून हा इलेक्ट्रॉन प्रवाह न खंड पडता सतत वाहू शकतो.

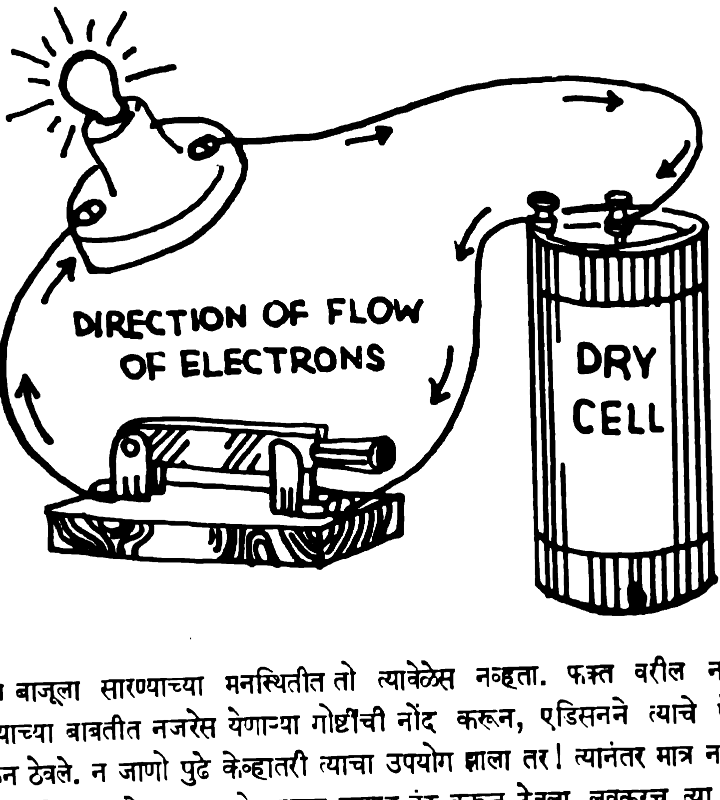
हा इलेक्ट्रॉन प्रवाह किंवा विद्युत्सरणी मध्येच तुटली तर काय होते? सरणीतील खड्डा किंवा फट अतिशय अरुंद असेल तर धावते इलेक्ट्रॉन उडी मारून फट ओलांडून पलीकडे जाण्याचा प्रयत्न करतील व त्या क्रियेत एक ठिणगी पडेल. सरणीतील ही फट बरीच रुंद असेल तर मात्र एवढी लांब झेप टाकणे इलेक्ट्रॉनांना शक्य होणार नाही आणि त्याबरोबर वीजेचा प्रवाह बंद पडेल.

तसे कशाला? विजेच्या दिव्याचेच उदाहरण घेऊ या म्हणजे झाले. हा दिवा म्हणजे काचेचा पोकळ गोळा. या गोळ्यात अतिशय बारीक तार एखाद्या वेटोळ्या-सारखी किंवा सापासारखी नागमोडी बसविलेली असते. तिला तंतू (फिलॅमेंट) म्हणतात. या तंतूमधून वीज वाहू लागताच तो तापतो. तो इतका तापतो की अखेर तो उजळू लागून प्रकाश देऊ लागतो. हा तंतू जर तुटला तर त्यामधून वाहणारा विजेचा प्रवाह बंद पडतो व त्याबरोबर त्यामधून बाहेर पडणारा प्रकाश बंद होतो. असे होताच दिवा फ्यूज झाला असे म्हणून आपण त्याऐवजी नवा दिवा लावतो.

विजेच्या दिव्याचा शोध थॉमस अल्व्हा एडिसन (1847 ते 1931) या अमेरिकन संशोधकाने लावला. मात्र हा शोध यशस्वी होण्यापूर्वी त्याने त्यासंबंधात केलेले कितीतरी प्रयत्न व प्रयोग अयशस्वी ठरले. 1883 मध्ये एडिसनने एका निराळ्याच प्रकारचा व वैशिष्ट्यपूर्ण असा विजेचा दिवा बनविला. या दिव्याच्या आतल्या भागात तंतूपासून काही अंतरावर एक लहानसा धातुपत्रा बसविला होता. धातुपत्र्याला धनवीज

पुरविताच, दिव्यात वीजप्रवाह चालू होतो असे त्याला आढळले. उलट पट्ट्याला ऋण वीज पुरविताच दिव्यातील वीजप्रवाह बंद पडत असल्याचे त्याला दिसले.

या घटनेचा अर्थ कसा लावायचा याची कल्पना एडिसनला नव्हती. त्याने या प्रकारची त्यावेळेस ज्यास्त दखलही घेतली नाही; कारण आपण बनविलेल्या विद्युत-दिव्यात सुधारणा करण्याच्या कामात तो दंग होऊन गेला होता व ते काम थोडा



काल बाजूला सारण्याच्या मनस्थितीत तो त्यावेळेस नव्हता. फक्त वरील नव्या दिव्याच्या बाबतीत नजरेस येणाऱ्या गोष्टींची नोंद करून, एडिसनने त्याचे पेटंट घेऊन ठेवले. न जाणो पुढे केव्हातरी त्याचा उपयोग झाला तर! त्यानंतर मात्र नवीन तऱ्हेचा दिवा त्याने आपल्या टेबलाच्या खणात बंद करून ठेवला. लवकरच त्या सर्व गोष्टी तो पूर्णपणे विसरूनही गेला.

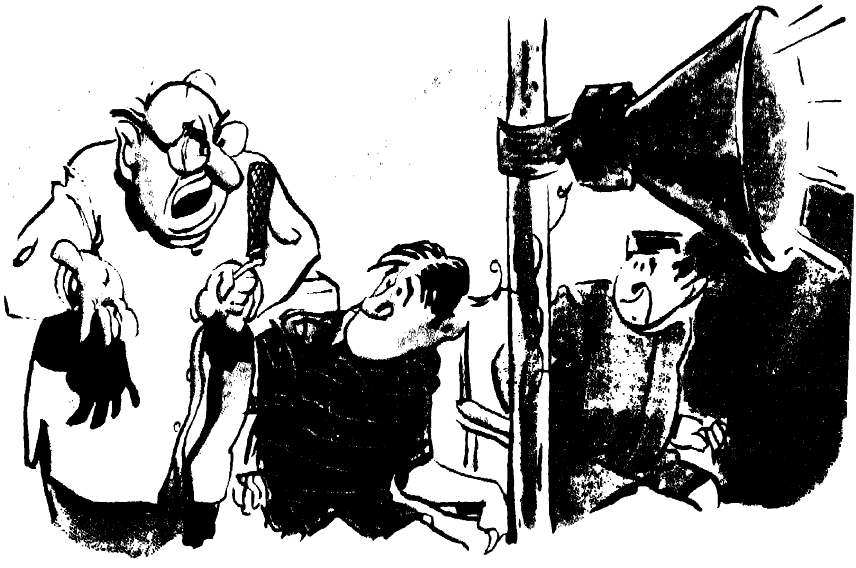
एडिसननंतर त्याच्या वरील शोधाला, त्याच्या स्मरणार्थ, एडिसन परिणाम हे नाव देण्यात आले. या शोधाचा अर्थ अधिक चांगल्या प्रकारे समजून घेण्यासाठी आपल्याला इलेक्ट्रॉनाविषयी खुलासेवार माहिती घेणे आवश्यक आहे. सर्वसामान्य परिस्थितीत कोणत्याही अणूतील इलेक्ट्रॉन अणूपासून निसटून बाहेर पडू शकतात. ज्याप्रमाणे पाणी उकळविताच त्यात विरघळलेली हवा बुडबुड्यांचे रूपात बाहेर पडू लागते, त्याप्रमाणे एखादा धातू उच्च तपमानापर्यंत तापविला तर त्यामधून मोठ्या संख्येने इलेक्ट्रॉन बाहेर पडू लागतात. धातु तापविल्यामुळे त्यामधील इलेक्ट्रॉन, उकळणाऱ्या पाण्यातील हवेप्रमाणे, उकळून बाहेर काढले जातात असे म्हणा हवे तर. तप्त तारांमधून होणाऱ्या इलेक्ट्रॉनांच्या उत्सर्जनाला तप्त विद्युत् उत्सर्जन म्हणतात. एडिसनने धातुपट्टी बसवून बनविलेल्या काचेच्या गोळ्यात, ज्यावेळेस पट्टीला धन विजेचा पुरवठा केला जातो त्यावेळेस उष्ण धातुतंतूमधून उकळून बाहेर पडणारे इलेक्ट्रॉन, पट्टी व तंतू यांमधील मोकळ्या जागेतून उड्या घेतघेत पट्टीकडे ओढले जातात. उलट पट्टीला ज्यावेळेस ऋण वीज दिली जाते त्यावेळेस तप्त तंतूमधून येणारे इलेक्ट्रोन पट्टीकडून मागे परतविले जातात. त्याबरोबर विद्युतसरणी तुटून विजेचा प्रवाह बंद पडतो.

एडिसन परिणामावरून एक गोष्ट स्पष्ट झाली. ती म्हणजे धातुतंतू व धातुपट्टी यामध्ये विजेचा प्रवाह चालू रहावयाचा असेल तर पट्टीला सतत वीज पुरवली गेली पाहिजे.

वरील घटनेनंतर कित्येक वर्षांनी जॉन अँबरोज फ्लेमिंग नावाच्या एका इंग्रज विद्युत् इंजिनिअराने वर वर्णिलेल्या एडिसनच्या दिव्यात सुधारणा घडवून आणल्या सुधारलेल्या अशा गोळ्याला आता तप्त विद्युत् पट्टी अगर व्हाल्व या नावाने ओळखतात. तसे पाहिल्यास ज्या युक्तीमुळे अगर व्यवस्थेमुळे द्रव, वायु, विद्युत्प्रवाह एकाच दिशेत पुढे पुढे सरकू शकतात. व उलट दिशेत धाडण्याचा प्रयत्न केल्यास त्यांचा मार्ग रोखून धरला जातो अशी व्यवस्था म्हणजे व्हाल्व होय. या तप्तविद्युत् नळीचा उपयोग विशोधक (रेक्टिफायर) म्हणून केला गेला. विशोधकाचा उपयोग केल्यास यातायाती विजेचे (ए. सी. करंट) रूपांतर सरल विजेत (डी. सी. करंट) होते. प्रवाही विजेचे दोन प्रकार असतात. यातायाती वीज व सरल वीज. जी वीज दर सेकंदात अनेक वेळा उलट सुलट दिशेत वाहते ती यातायाती वीज; जी वीज सतत

एकाच दिशेत वाहते ती सरल वीज. अशी यातायाती वीज जर एडिसनच्या गोळ्यातील धातुपट्टीला पुरविली तर पट्टीला आलटून पालटून धन व ऋण जातीची वीज मिळत जाईल परंतु तप्तविद्युतनळीचा उपयोग केल्यास ज्या ज्या वेळेला पट्टीला धन जातीची वीज पुरविली जाईल त्या त्या वेळेसच विद्युतसरणी पूर्ण होऊन वीज प्रवाह चालू राहील व ज्या ज्या वेळी पट्टीला ऋण वीज मिळेल त्या त्या वेळेस विद्युतसरणी पूर्ण न होऊ शकल्यामुळे विजेचा प्रवाह बंद पडेल. म्हणजे अशा नळीचा उपयोग केल्यास एकाच दिशेत वाहणारा वीज प्रवाह मिळविता येईल.

वरील तप्त विद्युतनळीत आणखी सुधारणा घडवून आणण्याचे काम 1907 मध्ये ली. डी. फॉरेस्ट या अमेरिकन संशोधकाने केले. त्याने नळीतील तंतू व धातुपट्टी या दोहोमध्ये, पण दोहोपासून अगदी अलग अशी एक धातुजाळी (ग्रिड) बसविली. त्याबरोबर अशा नळीचा उपयोग वर्धक (ॲम्प्लिफायर) म्हणून करणे शक्य झाले. त्याने या नळीला 'ऑडिअन्' हे नाव दिले. तिला 'ट्रायोड' या नावानेदेखील ओळखतात. इतके होताच रेडिओसाठी जरूर असणारी सर्व तऱ्हेची पूर्वतयारी झाली असे म्हणावे लागेल.





1888 मध्ये हाइन्रिश हेर्टझ नावाच्या एका जर्मन शास्त्रज्ञाने असे सिद्ध केले की विद्युत् व चुम्बकत्व यांचे प्रेरक विद्युत् चुंबकीय किंवा बिनतारी तरंगांचे स्वरूपात एका वस्तूपासून दूर अंतरावर असणाऱ्या दुसऱ्या एखादया वस्तूपर्यंत प्रवास करू शकतात.

ध्वनीचे रूपांतर विद्युत चुंबकीय तरंगात किंवा संकेतात घडवून आणण्याचे काम रेडिओ प्रेषणाकडून होते हे आपण जाणतोच. हे तरंग ज्यावेळेस खूप दूर अंतरावर पाठविले जातात त्यावेळेस ते इतके कमकुवत बनतात की आपण ते ग्रहण करू शकत नाही. जर ते ग्रहण करावयाचे असतील तर एक तर त्यांचे वर्धन तरी झाले पाहिजे नाहीतर त्यांना अधिक शक्तिमान् तरी केले पाहिजेत. त्यासाठी दूरवरून येणारे रेडिओ तरंग ट्रायोडमधील जाळीला पुरविले जातात. ज्यावेळेस या जाळीवर धन विद्युत् असेल त्यावेळेस ट्रायोडमधील तप्त तंतूकडून बाहेर टाकले जाणारे इलेक्ट्रॉन जाळीकडून ओढून घेतले जातात व जाळीला असणाऱ्या छिद्रामधून आरपार होणारे हे इलेक्ट्रॉन धातुपट्टीकडे येतात. अशा तऱ्हेने पट्टीच्या विद्युत्सरणीत

वीज वाढू लागते. जाळीवरील वीजभार कमकुवत झाल्यास तंतूकडून ओढून घेतलेल्या इलेक्ट्रॉनांचे प्रमाण कमी होते.

त्याबरोबर पट्टीतील वीज प्रवाह कमकुवत होतो. या उलट जाळीवरील विजेचे प्रमाण वाढताच तप्त तंतूमधून अधिक प्रमाणात इलेक्ट्रॉन ओढले जाऊन पट्टीतील विजेचे प्रमाण वाढते.

यावरून जी गोष्ट स्पष्ट होते ती म्हणजे पट्टीतील विजेचे प्रमाण, दूरवरून येणाऱ्या तरंगाबरहुकुम तंतोतंत बदलत जाते. फक्त तप्त तंतूंमधून अधिक प्रमाणात इलेक्ट्रॉन खेचून घेऊन पट्टीत पोहोचते केले जातात. म्हणजेच त्यांचे वर्धन होउन ते ऐकू येण्याच्या अवस्थेपर्यंत त्यांची ताकद वाढविली जाते. हळूहळू तप्त विद्युत्नळ्या निरनिराळ्या प्रकाराच्या बनविल्या जाऊन त्या वेगवेगळ्या कामासाठी वापरण्यात येऊ लागल्या. त्याबरोबर इलेक्ट्रॉनिक साधनांची संख्या वाढू लागली. काही इलेक्ट्रॉनिक साधनात शेकडो तर इतर काहीत हजारो तप्तविद्युत् नळ्या वापरल्या जाऊ लागल्या. परंतु अशा नळ्या आकाराने मोठया होत्या व त्या काचेच्या असल्यामुळे सहज फुटण्याची धास्तीही होती. त्यामुळे शास्त्रज्ञांचे लक्ष, अशा नळ्यांऐवजी आकाराने अतिशय लहान परंतु दणकट असा एकादा पदार्थ वरील कामासाठी मिळतो का म्हणून पाहाण्याकडे वेधले गेले.

दुसऱ्या महायुद्धाच्या अखेरीला, अमेरिकेतील बेल् टेलिफोन प्रयोग शालेतील संशोधकांच्या तुकडीने वरील प्रश्नात लक्ष घालून त्यावर जरूर ते संशोधन सुरू केले. अशांमध्ये वॉल्टर ब्राटेन्, विल्यम शॉक्ले, एस्. ओ. मॉर्गन, जी. एल. पीअरसन व जॉन बारदीन हे संशोधक होते. अखेर 1947 मध्ये अर्धवाहक या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या काही द्रव्यांचा उपयोग करून त्यांनी ट्रँझिस्टरचा शोध लावला.

सामान्यपणे पदार्थांचे दोन वर्ग करतात. ते म्हणजे वाहक व अवाहक. वाहक पदार्थ आपणामधून विजेला जाऊ देतात. उदाहरणार्थ तांबे व चांदी. याउलट काच, बेकेलाइट हे पदार्थ आपणामधून विजेला जाऊ देत नसल्यामुळे अवाहक मानले जातात. सिलिकॉन, जर्मेनिअम ही अर्धवाहक द्रव्ये विचारात घेतल्यास ती वर दिलेल्या दोन्ही वर्गांहून एका निराळयाच वर्गात मोडतात. सर्वसामान्य परिस्थितीत ही द्रव्ये अवाहक असतात. परंतु त्यावर विशिष्ट क्रिया केल्यास मात्र त्यांची नेहमीची

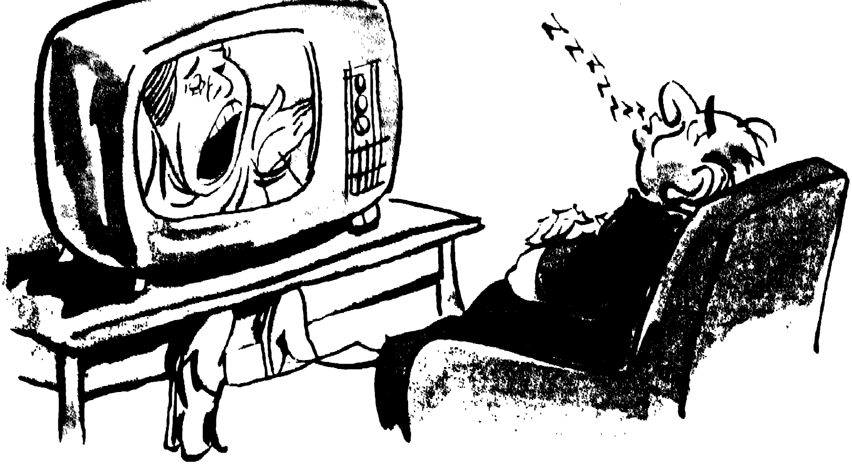
वागणूक बदलून जाते. उदाहरणार्थ, जर्मेनिअममध्ये अतिशय सूक्ष्म प्रमाणात अर्सेनिक हे द्रव्य मिसळताच ते मिश्रद्रव्य एका ठराविक म्हणजे नेहमीच्या दिशेत वीज वाहून नेण्याचे काम करू लागते. अर्सेनिक ऐवजी गॅलिअम हे द्रव्य सूक्ष्म प्रमाणात जर्मेनिअममध्ये मिसळले तर मात्र हे मिश्रद्रव्य वर सांगितलेल्या दिशेच्या विरुद्ध दिशेत वीज वाहून नेते. जणू काही मिश्रणामुळे जर्मेनिअमवर एखादया अंमली पदार्थाचा अंमलच चढतो.

मिश्रणासाठी योग्य द्रव्यांची निवड करून ती मिसळून बनविलेल्या मिश्रद्रव्यांच्या स्फटिकांचा उपयोग शास्त्रज्ञांनी केला व त्यापासून तप्तविद्युतनळ्यांप्रमाणे वर्धक, विशोधक व इतर कितीतरी उपकरणे तयार केली.

नळ्याऐवजी ट्रँझिस्टर वापरण्यात कितीतरी फायदे आहेत. नळ्यापेक्षा ट्रँझिस्टर आकाराने कितीतरी लहान असून अधिक टिकाऊ, बळकट असतात. त्यात काचेचे भाग नसतात. तप्तविद्युत्‌नळ्यातील तंतू तापण्यासाठी थोडा वेळ जावा लागत असल्यामुळे त्यांचे कार्य ताबडतोब सुरू होत नाही. शिवाय उष्णतानिर्मिती म्हणजे एक अडचणच. उलट विद्युतप्रवाह वाहू लागताच ट्रँझिस्टर ताबडतोब आपले कार्य सुरू करतो, आणि त्यात उष्णता निर्माण होत नाही. तसेच ट्रँझिस्टर बनविणे, नळीच्या मानाने खूपच सोपे व स्वस्तही असते.

इलेक्ट्रॉनिक्सच्या वापरामुळे खरोखरीच जगाचे स्वरूप बदलले आहे. रेडिओ-सारख्या साध्या उपकरणापासून सुरुवात होऊन सध्या आपल्या हातात इतकी काही अजब इलेट्रॉनिक साधने, उपकरणे पडली आहेत की ती प्रत्यक्ष पाहिल्याखेरीज त्यांच्या कार्यशक्तीवर कोणाचाही विश्वास बसणार नाही. आकाराने सिगरेटच्या डबीएवढे असणारे एक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण, हृदरोगाने पछाडलेल्या रोग्याच्या हृदयाच्या ठोक्यांचे नियमन करण्यासाठी आता वापरण्यात येत आहे. या उपकरणाला हृदयगतिकार (हार्ट पेस मेकर) म्हणतात. हृदयाचे कार्य सुरक्षितपणे चालू राहण्यासाठी काही हृद्रोग्यांच्या छातीत सूक्ष्म इलेक्ट्रॉनिक यंत्रच घालून ठेवण्यात येते.

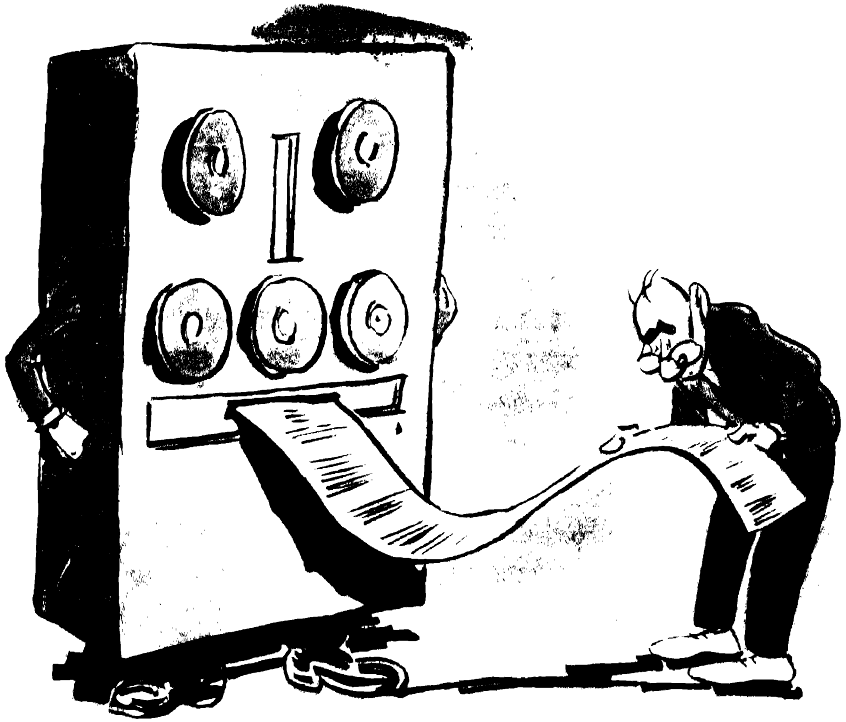
कापड विणले जात असताना, त्याच्या विणीतच सूक्ष्म इलेक्ट्रानिक साधनांचा अंतर्भाव करण्यात येतो. त्यामुळे अशा कापडाचे कपडे वापरणाराला नुसते बटन दाबताच कपडयामार्फत शरीराला हवी तेवढी ऊब अथवा गारवा मिळविता येतो.



घरे बांधीत असतानाच त्यांच्या भिंतीत इलेक्ट्रॉनिक साधने बनवून घरातील हवेच्या कमीजास्त होणाऱ्या तपमानावर आपोआप नियंत्रण ठेवण्याची व्यवस्था होऊ शकते. रडार या साधनाच्या मदतीने दिवसा रात्री तसेच सर्व तऱ्हेच्या हवामानात, आपणावर चाल करून येत असलेल्या शत्रूच्या विमानांची सूचना आगाऊ मिळविता येते. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे बसविलेल्या मच्छीमार बोटी अगर पाणबुड्या म्हणजे हेरगिरीच्या क्षेत्रातील अखेरचा शब्द होय कारण किनाऱ्यापासून कित्येक किलोमीटर अंतर दूर राहूनही बाहेरून येणारे रेडिओ संदेश पकडणे, क्षेपणास्त्रांच्या चाचण्यांचे निरीक्षण करणे, जमीन व हवेतून चालू राहणाऱ्या वाहतूकींचा मागोवा घेणे तसेच महत्वाच्या स्थळांचे छायाचित्रण करणे इत्यादि कामे त्यांचेकडून बिनबोभाट पार पाडली जातात. इलेक्ट्रॉनिक्समुळे 'लेसर' नावाचा अतिशय प्रखर किरणझोत तयार करणे शक्य झाले आहे. या लेसर किरणामुळे कित्येक मीटर दूर असणाऱ्या धातूच्या पत्र्यात, जाळून भोके पाडणे शक्य झाले आहे. चंद्रावर सोडलेला लेसर किरणांचाझोत, 400,000 किलोमीटर अंतर तोडल्यानंतरही 3 किलोमीटर एवढ्या व्यासावर पसरत असल्याचे आढळून आले आहे.

आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक गणनयंत्रांना (कॉम्प्युटर) निरनिराळ्या नावांनी ओळखले जाते. अति गणित यंत्रे, पेटीतील मेंदू, मानवनिर्मित मेंदू, विचार करणारी यंत्रे इत्यादी इत्यादी. या नावांवरून असे दिसते की या गणनयंत्रामध्ये बऱ्याच प्रमाणात मानवी मेंदूप्रमाणे काम करण्याची पात्रता असली पाहिजे.

आधुनिक गणनयंत्र म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक (कॉम्प्युटर) नवलाईच होय. मनुष्य ज्या वेगाने गणित करू शकेल त्यापेक्षा हजारो पट वेगाने हे यंत्र ते करू शकते. आणि विशेष आश्चर्याची गोष्ट ही की, हे काम केल्यामुळे ही यंत्रे थकूनही जात नाहीत की त्या



कामात त्यांच्या हातून चुकाही होत नाहीत. पानेच्या पाने भरून टाकणाऱ्या आकड्यावर प्रक्रिया करून, प्रत्येक आकड्याचे महत्त्व व मोल जोखून, पुढे ठेवलेल्या प्रश्नाचे योग्य ते उत्तर काही सेकंदांचे आतच जाहीर करण्याचे अवघड कार्य गणनयंत्र करते. तसेच या उत्तराला अनुसरून होणाऱ्या क्रियांवर जरूर ते नियंत्रण बसविणे, बिघाडामुळे चूक झाल्यास तिच्यापासून बोध घेणे व स्वतः घेतलेल्या निर्णयात दुरुस्त्या करणे इत्यादी कामे त्याच्याकडून होतात. गणनयंत्राचे कार्य जणू काही एखाद्या जिवंत माणसासारखे चालते. परंतु त्यामुळे अशी भीती वाटते की पुढेमागे एक दिवस हे गणनयंत्र खुद्द माणसाची जागा घेईल व जीवनाच्या काही क्षेत्रात तर एखाद्या मालकाप्रमाणे ते त्याच्यावर हुकमत गाजवू लागेल.

गणनयंत्र ज्या पद्धतीने आपले कार्य करते त्याकडे पाहिल्यावर मनुष्याचे मन ज्या तऱ्हेने काम करीत असते त्याची आठवण होते. सर्व प्रकारची आधार सामग्री (डेटा) व विवक्षित प्रश्नाच्या सोडवणुकीसाठी जरूर वाटणाऱ्या सूचना, गणनयंत्राच्या आदान (इन्‌पुट) विभागाला प्रथम पुरविल्या जातात. सांकेतिक रुपात पुरविल्या जाणाऱ्या या माहितीला कार्यक्रम (प्रोग्रॅम) असे म्हणतात. ही आधारसामुग्री गणनयंत्र, आपल्या स्मृतिविभागात साठवून ठेऊन, आपल्याकडे सोपविण्यात आलेल्या प्रश्नाची सोडवणूक करण्याच्या उद्योगास लागते. तसे करताना, अधिक आधारसामग्रीची गरज भासल्यास ती सामग्री गणनयंत्र आपल्या स्मृतिविभागाकडून मिळवीत जाते. ज्यावेळे सोपविलेल्या प्रश्नाचे उत्तर तयार होते त्यावेळेस एकतर हे उत्तर पुढे ठेवण्यास गणनयंत्र तयार होते किंवा त्या उत्तरानुसार काहीतरी कारवाई करण्यास ते तयार होते. यालाच उत्पादन (आउटपुट) म्हणतात. एकदा का कार्यक्रम आखणी बरोबर करून तिचा पुरवठा गणनयंत्राला केला की मग त्या पुढील सर्व कार्य, गणनयंत्र करते.

जीवनाच्या जवळजवळ प्रत्येक क्षेत्रात आता गणनयंत्रांनी प्रवेश केला आहे. उद्योगधंद्यात आता स्वयंचलन वाढत्या प्रमाणात येऊ लागले आहे. त्यामुळे उत्पादन कार्यातील सुरुवातीपासून शेवटपर्यंतच्या सर्व क्रिया एकाही कामगाराच्या मदतीशिवाय हाताळणे अगर नियंत्रित करणे आता शक्य झाले आहे. गणनयंत्राच्या जोरावर वैमानिकाशिवाय अटलांटिक पार विमान वाहतूक करणे शक्य झाले आहे. रस्त्यावर धावणारी मोटरगाडी, माणसाशिवाय गणनयंत्राच्या मदतीने चालविण्याच्या चाचण्या शास्त्रज्ञा-

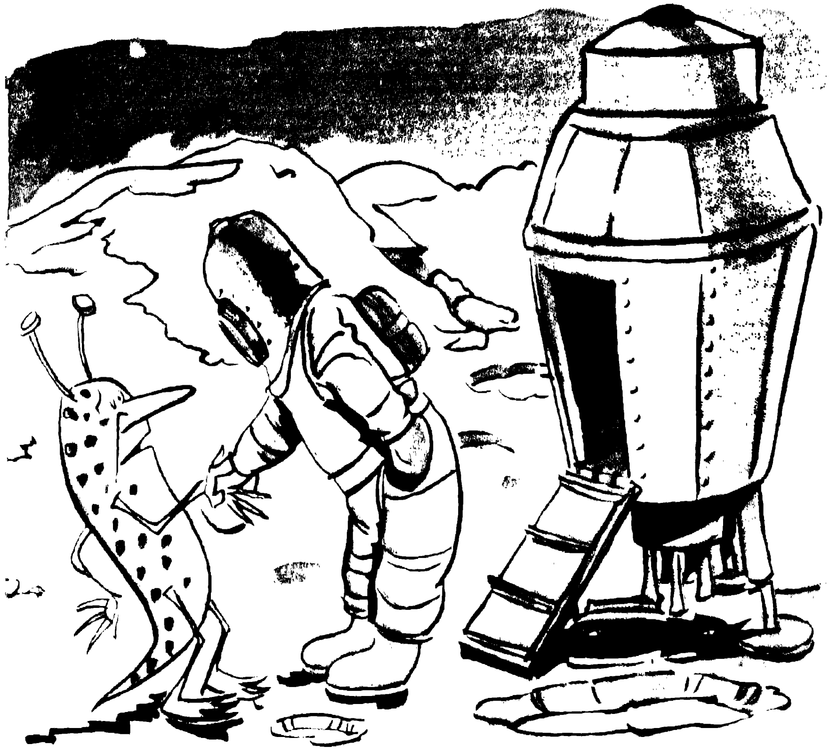
कडून घेण्यात येत आहेत. तसे होताच अर्थातच रस्त्यावरील मोटर अपघाताना संपूर्ण आळा बसेल. भावी युद्धात जवळजवळ प्रत्येक कामासाठी गणनयंत्र व इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचा वापर केला जाईल. युद्धातील डावपेचांचा आराखडा तयार करण्यासाठी गणनयंत्रे वापरली जातील. लढाऊ पथकातील सैनिकांची संख्या, त्यांच्या लढण्याच्या जागा, पुरवठा, वाहतूकव्यवस्था, शस्त्रास्त्रे दारूगोळा इत्यादी माहिती गणनयंत्राला पुरवताच त्याकडून प्रत्यक्ष युद्धाची योजना तयार होऊन सेनापतीच्या हातात येईल. ट्रँझिस्टरच्या वापरामुळे गणनयंत्रे इतकी दणकट व आटोपशीर झाली आहेत की ती मालवाहू लॉरी अगर हेलिकॉप्टर यातून कोठेही हलविणे शक्य झाले आहे.

शेकडो किंवा हजारो किलोमीटर अंतरावर असणाऱ्या लक्ष्यावर नेऊन सोडण्यासाठी एखाद्या क्षेपणास्त्राला बिनचूक मार्गदर्शन करणे आता शक्य झाले आहे. याहीपेक्षा अधिक नवलाईची गोष्ट म्हणजे लक्ष्याकडे दौड करीत असणाऱ्या शत्रूच्या क्षेपणास्त्राचा पाठलाग करून, लक्ष्य गाठण्यापूर्वीच बसल्याजागेवरून त्याचा नायनाट करणे आता शक्य झाले आहे. ध्वनीच्या वेगापेक्षा क्षेपणशास्त्राचा वेग कितीतरी पट मोठा असतो. तरीदेखील त्याचा प्रवासमार्ग रेखाटणे व त्या मार्गाचे गणित करणे शक्य असते एवढेच नव्हे तर प्रवासात असताच त्याच्यावर हल्ला करून नाश घडवून आणण्यासाठी जरूर असणारे पाठलाग क्षेपणास्त्र योग्य वेळी धाडून देणे गणनयंत्राला शक्य असते. रडार व हेरगिरी करणाऱ्या साधनांच्या कार्याविषयी मागे उल्लेख केलेला आहेच.

मानवी साहसातील अतिशय श्रेष्ठ म्हणून मानली जाणारी साहसे म्हणजे अमेरिकन अंतराळवीरानी 1969 साली, ऑपोलो 11 व 12 अंतराळयानातून चंद्रावर केलेल्या यशस्वी सफरी होत. या सफरी इलेक्ट्रॉनिक्सशिवाय शक्य झाल्या नसत्या. या सफरीतील प्रत्येक टप्प्याचे पूर्वनियोजन व कार्यवाही, गणनयंत्राच्या मदतीने सफरीवर निघण्यापूर्वी तयार करण्यात आली होती. अंतराळातील सर्व प्रवासभर, अंतराळयानाशी सतत संपर्क राखण्याचे काम इलेक्ट्रॉनिक यंत्रांमुळे शक्य झाले. अंतराळयानाचा वेग व दिशा यावर सतत लक्ष ठेवून त्यात जरूर त्या दुरुस्त्या करण्याचे व चंद्रावर उतरताना यानाला मार्गदर्शन करण्याचे काम गणनयंत्रांनी केले. अंतराळ प्रवास चालू असता जरी काही दगाफटका किंवा अपघात होण्याची शक्यता दिसली असती तरी प्रवास तेथेच थांबून अंतराळ प्रवाशांना सुखरूपपणे परत



पृथ्वीवर आणण्याची या गणनयंत्रांची तयारी होती. चंद्र-सफर योजनेतील सुरुवाती-पासून शेवटपर्यंतचे एकूण एक टप्पे इलेक्ट्रॉनिक्सच्या साहाय्याने आखण्यात व पार पाडण्यात आले. गणनयंत्रे काय काय करू शकतील याला खरोखरीच मर्यादा नाही.



प्रश्नांचे एका भाषेतून दुसऱ्या भाषेत अनुवाद करण्याचे काम ज्याप्रमाणे गणन यंत्रांना शिकविले जात आहे त्याचप्रमाणे बुद्धिबळांचे डाव खेळण्यासही त्याना तयार केले जात आहे.

इलेक्ट्रॉनिक्स हे विकास पावणारे शास्त्र आहे. आताच ते एखाद्या राक्षसाएवढे वाढले असून दिवसेदिवस ते आणखीन जास्त जास्त वाढतच जाणार.

Printed at J.J. Offset Printers, Patparganj, Delhi-92.